

工农兵大学生在成长

在毛主席革命路线指引下，近年来，一批又一批的工农兵学生进入了我国各航空高等院校学习，在社会主义大学里茁壮成长。这里刊登的是反映北京航空学院工农兵学生学习生活的几幅照片。





①读马列的书，读毛主席的书　　武　系摄

②厂校挂钩，在航空工厂学工　　丁松福摄





③在空军部队里学军　　黄振廉摄

④师生共同研究　　武　系摄





⑤课余练习剑术　　袁　浩摄

⑥在实习课上　　凌　云摄

毛主席语录

马克思主义包含有自然科学，大家要来研究自然科学，否则世界上就有许多不懂的东西，那就不算一个最好的革命者。

航空知识

一九七四年一月号目录　每月一日出版

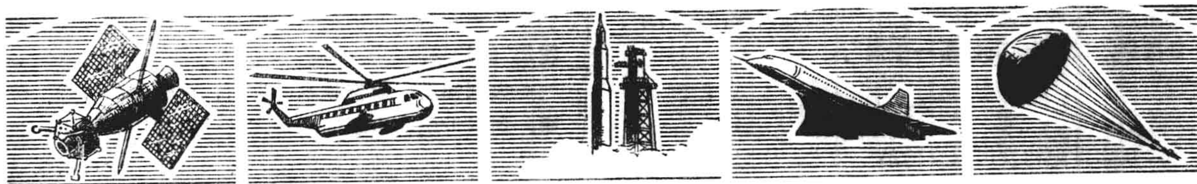
在这一期

在国内外大好形势下，我们从本期起又同读者们见面了。

本刊恢复出版以后的任务，是要努力做到在马列主义、毛泽东思想指导下，适应我国阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动的需要，普及现代航空科学技术知识，报道我国航空事业的成就，促进青少年航空运动的开展，为工农兵服务，为无产阶级政治服务，为国防建设服务。

现代航空所涉及的范围是十分广阔和丰富的，我们力求在选取和介绍科学内容的时候，努力贯彻唯物辩证法的世界观，同时遵循『**内容和形式的统一**』的原则，希望把刊物办得生动活泼，趣味盎然。我们热诚期待读者们的批评和帮助。让我们共同努力，使《航空知识》在社会主义的出版园地里茁壮成长。

编辑　中国航空学会航空知识编辑委员会
出版　航空知识杂志社
地址：北京市学院路
印刷　北京新华印刷厂
北京胶印厂
发行　北京市邮局总发行，全国各地邮局订购
代号：2-410　印数：228,500　定价：0.20元



航空·航天·航宇

郭 放 晴

宇宙空间是广漠无垠的，人类对宇宙大自然的认识、斗争和利用，也是一步一步发展的。迄今，人类只不过刚刚踏出地球的大门。在太阳系内的航行，只是空间技术发展的第一阶段，可以称为航天阶段；而飞出太阳系，真正实现宇宙飞行，则是空间技术发展的第二阶段，可以称为航宇阶段。

宇宙空间，广阔无比。它包罗了无数星系，其中之一称为银河系。半径约为四十亿公里的太阳系，只不过是银河系中一个很小的组成部分。以太阳系内人类居住的地球比宇宙空间，说作沧海一粟，尚且言过其实，因为浩瀚的大海，毕竟有边；而茫茫的宇宙空间，却永远没有个尽头。

辩证唯物主义认为，物质的宇宙不仅是无限的，而且处于无休止的运动和变化中。毛主席指出：**"客观现实世界的变化运动永远没有完结，人们在实践中对于真理的认识也就永远没有完结。"**宇宙空间之无限，决定着人类对于宇宙大自然的认识、斗争和利用必然也是无限的。古人看到空中的飞鸟而想出嫦娥奔月的神话故事。他们把在大气中的飞行与在大气层外的飞行混淆起来，而不知两者是何其不同！但幻想的神话却朴素地反映出了人们的早期意愿，说明人类很早以前就向往遨游太空，飞向无边的宇宙空间。

实践出真知。古往今来，不曾有脱离实践的先知先觉。人类在同自然作斗争的漫长岁月里，经过**"由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复"**，一步一步地探索着自然界的客观规律，创造并不断发展着自然科学。**"自然科学是人们争取自由的一种武装。"**历史发展表明，随着科学技术的不断进步，人类总是不断地扩大着自己的活动范围，从陆地到海洋，到穿云拨雾，以至**"巡天遥看一千河"**。

一

从本世纪初发展起来的航空技术，实际上是在低层大气中航行的技术，离地面至多不过二、三十公里，比起地球半径的六千四百公里，简直是贴地面的飞行。即便如此，这门航空技术也大大影响了人类的社会活动，成为本世纪前半叶的一项伟大的科学技术成就，在国防事业中，在工业、农业和交通运输事业中，航空都形成了一个重要的部门。

从五十年代末人类第一颗人造地球卫星进入太空以来，空间技术的发展与应用，使人类对自然界的认识与斗争，又突破了地球大气的屏障，进入了一个新的境界。

空间技术迄今取得的成就，是人类几千年来劳动所创造的。然而，人类利用今天的空间技术只不过刚刚踏出了地球的大门。要恰当处理空间技术发展中的矛盾，必须注意空间技术发展中的阶段性。飞出地球大气层，实现太阳系内的航行，这是空间技术发展的第一阶段，可称为航天技术阶段。飞出太阳系，真正实现宇宙航行，则是空间技术发展的第二阶段，可称为航宇技术阶段。正象在大气层内的航行叫航空一样，我们把大气层以外、太阳系以内的航行叫航天，把太阳系以外的航行叫航宇。

航空、航天、航宇的划分是对人类在同自然作斗争的过程中客观存在的某些阶段性的科学反映；是人们的认识随着实践活动**"一步又一步地由低级向高级发展"**的结果。

大家知道，航空技术的发展，由最初的气球、气艇，到本世纪初出现的活塞式发动机推进的飞机，尔后又到喷气式发动机推进的各种飞机，迄今可以说已

经达到相当完善的地步。但是，一切航空器，从最初级的气球到最新式的喷气式飞机，有一个共同的特点：都只能在大气中飞行，而不能离开大气飞行。就一般飞机而言，它要离开地面，必须靠发动机的推动，一方面去克服空气的阻力，另一方面使机翼与空气发生相对运动，产生升力。而所有的航空发动机的运转都必须从大气中获得燃料燃烧所需要的氧气。这就是问题的关键：飞机要依靠大气，而大气层的高度有限，能支持飞机飞行的大气层高度不过二、三十公里。因此，尽管航空技术日积月累的经验对航天是极可宝贵的，但套用飞机升空的老办法，人类将无法飞出大气层。

一个物体要在大气层外沿圆形轨道不断环绕地球飞行而不掉回地球，那它凭借环绕地球的速度产生的向外离心力必须刚好等于向内的重力。这时物体的速度称为环绕速度，也叫第一宇宙速度，在地球表面附近其数值约为每秒七点九公里。人类只有拥有了达到第一宇宙速度的手段，才有可能跨进宇宙空间的门槛。直到二十世纪五十年代以前，这个门槛对人类来说显得是太高了！

让我们设想，恰好在大气层外某一点以不同速度水平抛射物体的各种情况。当抛射速度等于第一宇宙速度时，物体就将沿圆轨道绕地球旋转。抛射速度小于第一宇宙速度时，物体的离心力小于重力，结果不能保持圆形轨道，要掉回地球。抛射速度大于第一宇宙速度时，离心力大于重力，物体将沿椭圆轨道向远离地球的方向飞去，它离开地球越远，则速度越减，直到离地球最远的一点（即远地点）时速度减至最小，方向为水平，尔后物体又开始重新接近地球，速度逐渐回升，直到近地点，速度增至原来大小，这样不断做椭圆运动。抛射速度如果再增大，椭圆轨道的远地点就往外远离，直到抛射速度大到一定值时，远地点移至无穷远处，椭圆变成抛物线，物体沿抛物线脱离地球引力场而去，不再回来。这个速度值约等于每秒十一点二公里，称为第二宇宙速度。如果抛射速度大于第二宇宙速度，物体将沿双曲线轨道脱离地球。如果再考虑太阳引力场的作用，我们也可以算出从地球抛射一个物体飞出太阳引力场所需要的最小速度，即第三宇宙速度，其值约为每秒十六点六公里。

第一、第二宇宙速度，是航天所需的起码速度。要在近乎真空的空间达到如此高的速度，没有新的推进工具是不行的。这种新推进工具与航空发动机不同，不仅要能在真空中独立工作（即不依赖空气），而且还要有巨大的推进能力。火箭正是这种理想的推进工具。最古老的火箭是我国劳动人民的伟大发明。公元一二三二年，在我国就出现了利用火箭燃气的反作用而推进的箭，并用于作战，这是最原始的火箭。这种火箭烧的是火药，后来发现用液体的燃料和液体的氧化剂一起燃烧能得到更大的推力，这就叫液体推进剂。火箭发动机一般烧的都是推进剂。苏联的著名科学家齐奥尔科夫斯基最先把火箭的原理和航天的概念建立在科学基础之上。他在一九〇三年发表了一篇有历史意义的论文，名叫《去宇宙空间的火箭》。在这篇论文中，他最早建立了火箭推进的速度公式，指出：火箭的推进剂燃烧完后所能达到的速度，与推进剂的比推力和火箭的质量比有关（比推力是火箭在每秒钟之内燃烧单位重量推进剂所产生的推力；质量比是指火箭起飞时质量与推进剂燃烧完后火箭质量之比）。他还提出了多级火箭和惯性导航的概念，并且实际描述了一个用液氢、液氧作推进剂的火箭推进器。

可以大略这样说：二十世纪的头三个十年，是现代火箭概念和原理的发展时期，紧接着的近三个十年，即从法西斯德国决定大力发展火箭的一九三二年，到洲际导弹出现的一九五七年，则是火箭技术和导弹技术发展到实用阶段的时期。一九四二年十月，第一枚现代火箭 V-2 发射"成功"。V-2 火箭使用液氧——酒精作推进剂，比推力为二百一十秒，最大速度近每秒两公里。V-2 火箭在第二次世界大战末期投入大规模使用。第二次世界大战结束后，美国和苏联在 V-2 基础上继续发展地地弹道式导弹。一九五七年八月，苏联发射成功第一枚洲际导弹，美国紧跟着在一九五七年十二月发射了它的第一枚洲际导弹。现代火箭技术和导弹技术为航天技术的发展奠定了基础。一九五七年十月四日，苏联发射成功第一颗人造地球卫星，三个多月后，美国于一九五八年一月三十一日，也发射了它的第一颗人造地球卫星，从此开始了航天的历史。

二

我们地球所在的太阳系，是由太阳、九大行星和其它许多较小的天体组成的。太阳系占有极大的空间，地球到太阳的平均距离是一亿四千九百万公里，而最远的行星冥王星到太阳的平均距离则远达四十八亿公里。

与物体航行于地球引力场内可能有种种不同轨道一样，一个物体航行于太阳引力场内也会有类似的结果，其轨道必是椭圆、抛物线、双曲线中之一种，而椭圆是在太阳系中航行所需速度最小的一种轨道。我们可以按照椭圆轨道，计算出从地球出发到月球和其它行星去航行所需的种种速度。如果把空气阻力和重



航天飞机可以往返于地面和近地空间的航天站，解决人员轮换和后勤供应等问题。

力损失也计算在内的话，几个有代表性的结果是：从地球出发降落于月球，所需的速度(指的是特性速度，即火箭在连续不断将推进剂燃烧完后，所能达到的速度）约每秒十六公里；从地球出发降落于月球并再返回地球，约需每秒三十二公里；从地球出发降落于火星，约需每秒二十公里；从地球出发降落于火星并再返回，约需每秒四十公里。

应用现代最先进的推进系统和多级火箭结构，可使火箭的速度达到每秒几十公里，这正好与环游太阳系诸行星所需的速度同一数量级。所以，太阳系内的航行是可以实现的。但是，以这样的速度去航宇，即使要飞抵离太阳最近的一颗恒星半人马座 α 星表面（相距四十亿万公里，即四点三光年，是太阳系半径的一万倍)，也得飞上几万年，显然这是不可设想的。正象航空技术不能解决航天问题一样，航天技术也将不能解决航宇的问题。空间技术的目前阶段是发展航天技术，实现太阳系的飞行；要突破太阳系，发展航宇技术，实现大宇宙范围内的飞行，则是将来科学技术所要解决的课题。

三

航天技术从导弹技术的基础上发展起来，但它毕竟同导弹技术的任务不同。航天技术对运载工具的要求，较之导弹技术对运载工具的要求也另具特点，如：工作时间长；一次飞行中可能需要在失重条件下多次启动发动机；着重加大运载能力，对使用条件要求不那么严格；要经济性能好，甚至要考虑重复使用，等等。因此，随着航天技术的发展，航天运载工具必然要先在导弹运载工具的已有基础上加以改造，然后在从导弹运载工具中独立出来，创造完全新的运载工具。象液氢—液氧发动机、电火箭发动机、核火箭发动机、航天飞机，以及航天能源，都是随着航天技术的发展而生长出来的新技术。

1. 液氢—液氧发动机

火箭发动机的一项重要技术指标是比推力。化学火箭发动机比推力的数值主要取决于推进剂的种类。早期使用的液氧—酒精推进剂的火箭发动机，比推力只有二百一十秒；五十年代使用的液氧—煤油火箭发动机，比推力已达二百五十秒；目前使用的液氢—液氧发动机的比推力最高可达四百二十秒。

液氢—液氧的沸点太低，可贮性很差，不便于在导弹武器上使用。但是，在化学推进剂发动机中，液氢—液氧发动机具有高能量、高效率和价格低廉的特点，作为现阶段航天运载工具却是适宜的、现实的。

2. 电火箭发动机

电火箭利用电来加速推进剂，从而产生推力。它通过电场、磁场，或者通过电弧的热能以及其它电加热方式加速推进剂的质点，实现高速喷射以产生推进作用。电火箭可以分为离子推进和磁流体动力推进等不同类型。所有电火箭都装备有电源系统，可以利用核能，也可以利用太阳能来发电。

一般火箭发动机的能源来自推进剂的燃烧，所释放的能量是有限的，因此，排气速度的进一步提高就受到限制。液氢——液氧发动机的排气速度只有每秒四公里。电火箭的能源与推进剂无关，是外加的，所以可以突破这一限制，它把排气速度提高了一至三个数量级，也就是比推力可以达到万秒以上。

可是，由于电源系统重量大，电火箭必须限制推进剂的流量。尽管比推力大，推力却不能大。目前技术上比较现实的离子火箭，推力只能达到飞行器重量的千分之一，所以不能用电火箭来从地面起飞。但如果飞行器已经上了天，电火箭用于卫星轨道修正和改变轨道，是很合适的。

3. 核火箭发动机

为了实现远距离的航天飞行，要求有高比推力的运载火箭。化学燃料火箭发动机的比推力有一定限制。理论上比推力最高的液氢——液氧化学火箭也超不过五百秒。选择化学推进剂是由它们所含能量的多少决定的，但是高能化学推进剂燃气的分子量都太高，这是限制比推力提高的关键。从提高比推力考虑，燃气的分子量应越低越好。

核火箭发动机可以直接加热极低分子量的推进剂（如氢）产生喷气推力，这就解除了化学火箭对提高比推力的限制。最早研制的一种固芯核火箭发动机：热能由固体物质构成的堆芯放出，传给推进剂，如液氢，推进剂受热后通过发动机喷管膨胀，将热能转为推力。美国至今已投资十四亿美元研制这种发动机。计划于一九七七年进行飞行试验的"奈瓦"发动机，功率为十五亿瓦，推力三十四吨，比推力八百二十五秒。

然而固芯发动机比推力的提高也有它的限制。按照这种发动机的工作原理，堆芯固体燃料元件的温度必须大于被加热推进剂气体的温度。如果用液氢作推进剂，对应于八百二十五秒的比推力，氢在喷管入口处必须加热到二千多度；如果要产生二千秒的比推力，氢则必须加热到二万多度，而堆芯固体燃料元件的温度理应比这还要高，这是客观规律所不能容许的。燃料元件在这么高的温度下面早就气化了。固芯核火箭发动机的比推力虽然比化学火箭有很大提高，但它也还不能提高到几千秒的水平。

固芯发动机的局限性早在五十年代初就被人注意到了。在一九五〇年，就有人提出突破这一局限性的气芯核火箭发动机的概念。气芯发动机不用固体裂变铀作燃料元件，而是应用裂变铀等离子体形成的灼热辐射作为燃料元件。铀等离子体内部释放的核能以热辐射的方式离开其表面，包围着火球的液氢推进剂获得这些能量，通过喷管膨胀产生推力。容纳火球的发动机腔壁和喷管可采用类似化学火箭的冷却方法和其它方法进行防护。气芯发动机的喷气温度可以比固芯发动机高得多，可达到四千秒至六千秒的高比推力，而相应的腔壁和喷管防护技术是可以解决的。

4. 航天飞机

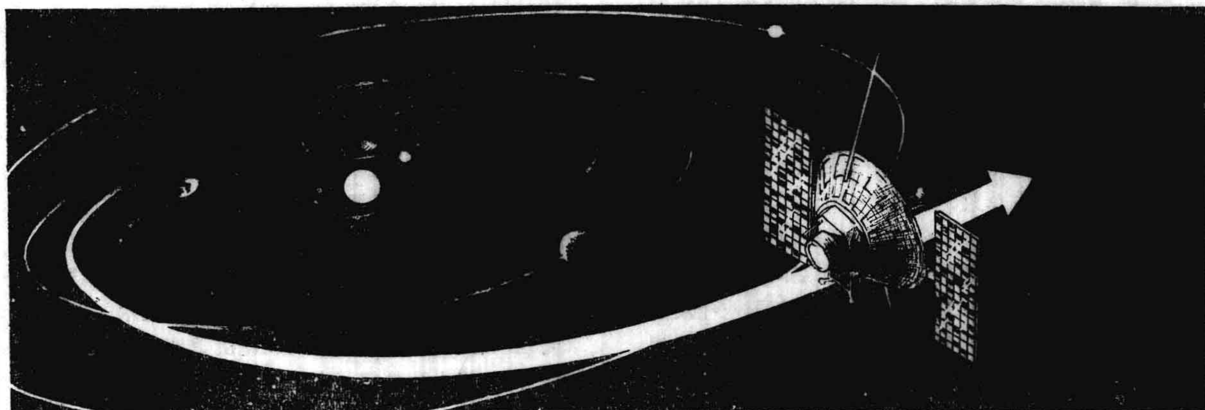
一九六一年四月和一九六二年二月，苏联、美国先后将他们各自的第一艘载人飞船送上了天，从而开始了美、苏两霸互相争夺载人航天优势的历史。进入七十年代以后，为了在空间建立侦察和进行其它军事活动的基地，美、苏载人航天活动的重点都转向了环绕地球的近地空间，展开了建立载人航天站的竞争。他们都有既定的计划，并且都已发射过小型的试验性的航天站。

为了保证载人航天站能长期有效的工作，需要发展一种象飞机一样可重复使用的、以提高发射效率为目的的航天运输工具，往返于地面和近地轨道之间，以便于与轨道间飞船相配合解决航天站后勤供应和人员轮换问题。这种新型运输工具就叫航天飞机。航天飞机又是一种经济的卫星运载工具。用它将各种卫星送入地球轨道，比用一次使用的运载火箭要经济得多。航天飞机还可用来回收、检查和维修卫星；还可以作为潜在航天武器、破坏和俘获对方的卫星

航天飞机既能象飞船一样，使用火箭发动机垂直起飞，又能在返回大气层后，象现代飞机一样，机动飞行，到选定地点水平着陆。既具有垂直发射并能在真空中独立工作的航天飞行器的功能，又具有超音速和亚音速航空飞行器的功能。所以，一旦航天飞机研制成功，航天和航空就必将联系起来。

5. 能源

导弹的各种弹上设备只工作几分钟，而卫星、飞船等航天飞行器需要工作几天、几个星期、几个月甚至几年。供应航天飞行器上各种设备的能源，不仅要求寿命长，而且还要功率大。小型卫星要求的功率一般在十瓦级，大型卫星是百瓦级，小型载人飞船是千



今天的航天技术，已经能够解决星际飞行器探测太阳系内各星球的问题；但是要突破太阳系，实现大宇宙范围内的飞行，则有待未来的科学技术去解决。

瓦级，大型载人飞船则是万瓦级，这些特点，使得航天能源分化了出来。航天能源有三种基本形式：太阳能电池、化学能电池（包括银锌电池、镍镉电池和燃料电池）、核电池（即同位素电池）。它们当前的水平是：

（1）太阳能电池。太阳能电池是一种直接发电装置，在航天飞行中应用已有十几年的历史。单个硅太阳能电池的尺寸一般为两厘米见方。功率很小，为了获得高达几千瓦甚至几万瓦的功率，需要把几万个、几十万个甚至上百万个电池串连起来，构成太阳能电池板。

（2）燃料电池。燃料电池和银锌电池、镍镉电池一样，都是直接将化学能转换为电能的能源装置。燃料电池可以不断地送入燃料，不断地发出电来。现在已能制成的氢氧燃料电池，功率两千瓦，寿命为一千至两千小时。功率重量比为每公斤三十三瓦。

（3）核电池。这是一种将放射性同位素蕴藏的热能转变为电能的发电装置。核电池与太阳能电池和燃料电池相比，寿命更长。一般可达五至十年。一九五六年，美国就着手执行“斯纳普”计划，发展侦察卫星、气象卫星和导航卫星所用的核电池。目前正在研制的“斯纳普—29核电池，功率达五百瓦。

四

从一八〇三年第一次飞上天空的那架十分原始的飞机到现在超音速飞行，航空的发展经历了半个世纪以上的时间；而从一九五七年的第一颗人造地球卫星到今天的载人航天飞行，航天技术仅仅十六年的发展就是十分巨大的，其影响是极其深远的。

这十六年的发展首先说明：航天具有重大的军事意义。从一九五七年以来，美、苏为了侵略性的军事目的，展开了一场空前规模的空间竞赛。截至一九七三年六月底，美国共发射了七百五十个人造地球卫星、行星探测器和载人飞船，其中直接为军事目的服务的就有五百三十个，占总数的百分之七十；苏联发射的总数是七百一十四个，其中五百五十一个直接服务于军事目的，占总数的百分之七十七。截至同一时间，美、苏共发射军事侦察卫星（包括照相侦察卫星和电子侦察卫星）五百九十五个，在空间发射总数中占据首价。美国一九七二年至一九七三年财政年度整个航天投资为四十八亿美元，其中航天军事侦察费用就达十五亿美元。

在军事活动中，原始的侦察手段依赖人的目力，作用距离短；后来，望远镜延伸了目力侦察的距离，但仍受地形的影响，限于局部目标，不易深入对方的纵深。以后又出现了气球，侦察活动才从地面演进到天空，初步摆脱了地形的限制，从而可以侦察局部地区的纵深。一七九四年六月二十六日，法国军队在比利时的弗勒律斯与德奥联军对阵，法军施放了世界上第一个载人侦察气球，掌握了对方的部署和兵力，取得了弗勒律斯战役的胜利。二十世纪出现了飞机，又进一步发展了航空侦察技术。但是，飞机并未克服气球侦察的弱点，就是都要深入对方的领空，在使用上有很大局限。只有卫星侦察才最后摆脱了这一局限，它使侦察活动超越了领空的范围，从大气层内扩展到天上。卫星类似航行于公海上的舰船，可长期在“公天”运转，可飞越地面所有目标，并且安全可靠，与遥远感受技术（简称遥感技术）相结合，就可形成一种十分有效的战略侦察手段。

十六年的发展事实还说明：航天还具有巨大的科学意义。它使人类第一次有可能从大气层外来发展对地球、大气层和整个宇宙世界的认识。环绕地球飞行的卫星、飞船，一般不用运转动力，象不耗动力而航行的帆船和滑翔机一样平稳航行，可长时间工作几天到几年，在上面可进行精密的科学观测工作。航天技术正在大大革新气象预报技术、通信技术、导航技术和天文、地质勘测技术，诞生了“卫星气象”、“卫星通信”、“卫星导航”和“卫星勘测”这样一些前所未有的改造自然活动的新领域。

最后，必须强调指出的是科学技术的阶级性。自人类历史进入阶级社会以来，一切新技术无不成为实现阶级利益的工具。航天技术毫不例外。美、苏两个超级大国发展空间技术，在公天中横冲直撞，把公天变为他们的“私天”，是为他们各自的帝国主义和社会帝国主义政策服务的，**“对内剥削和压迫，对外侵略和杀人”**。技术优势代表着军事潜力。近十多年来，这两个超级大国在航天技术领域的争斗，其实质是一场军事竞赛，这是他们全球战略的重要组成部分。

我国发展航天技术是为了打破两个超级大国对航天技术的垄断，让航天技术为全中国人民和全世界人民服务。这与两个超级大国的目的根本不同。在毛主席**“我们也要搞人造卫星”**的号令下，我国人民自力更生，发奋图强，发扬革命精神，已于一九七〇年四月二十四日和一九七一年三月三日，先后成功地发射了两颗人造地球卫星，这是我国发展空间技术的良好开端。我国航天技术所取得的成就沉重地打击了帝、修、反，极大地鼓舞了全世界人民。在毛主席革命路线的指引下，我国航天技术的发展，前途无限光明。将来征服宇宙空间的只能是解放了的无产阶级。

题图：王国伦　插图：丘成昊



心红胆壮破险关

中国人民解放军驻上海空军部队　尚新鹰

一位飞行刚满三百小时的年轻飞行员，在执行战备任务中，遇到突然情况，能够临危不惧，心红胆壮，履险如夷。这是由于他平时努力执行毛主席的革命路线，为保卫祖国刻苦学习军事技术的结果

一

十一月的一天上午，驻沪空军某部三架执行战备任务的飞机返场时，机场附近的天气突然发生变化，几块低碎云受低压气流的影响，翻滚着向机场扑来，不一会儿，阴云布满天空，能见度开始变坏。熟悉飞行的人们知道，这种天气对飞行安全威胁是最大的。

塔台指挥员立即命令返航的战鹰着陆。第一架飞机经过一次复飞后安全降落了。这时，天空下起了毛毛细雨，能见度更差了。为了安全，指挥员果断地决定，未着陆的飞机立即转到别的机场降落。但是，其中一架飞机因为油料不足，飞到别的机场降落已经来不及了。

驾驶这架战鹰的刘汉昌，是一个飞行刚满三百小时的青年飞行员。他能排除险情吗？战友们都在替他捏着一把汗。

空中，灰暗色的云雾从四面八方急速向飞机袭来。顷刻，飞机就象钻进棉花堆似的，被浓云裹住了。又细又密的雨雾紧紧粘在座舱前风挡玻璃上。这种雨雾要比倾盆大雨对着陆影响更大，它如同毛玻璃一样，严严实实地遮住了视线。往日熟悉的跑道、塔台、停机坪都不见了。

这一意外的情况，并没有使刘汉昌胆怯。他沉着地操纵飞机。高度由一千米下降到七百米、四百米、一百米，跑道还是看不见，只能从左右两侧透过雾障，隐约地看见机场附近的一条大河。刘汉昌根据这一地标与跑道的关系位置，修正了航向。但是，由于不知道自己的准确位置，在降落时所需要的速度、高度很不容易掌握。当地面指挥员发现时，飞机已经临空了，并和跑道形成了一个夹角，再矫正来不及了。如果贸然降落，就会造成事故。刘汉昌一拉机头，重新钻进茫茫的云海。

在这种情况下，如果老飞行员，可以飞大航线，用仪表对准远距离导航台着陆，可是这种大航线耗油量大，再说刘汉昌还没飞过这个科目，万一迷航，情况就会更严重了。指挥员想到这里，就命令他按正常航线复飞一次，用罗盘对准近距离导航台着陆。但因为近距离导航台离跑道太近，来不及修正，这次着陆又没成功。

这时，天气越来越坏，细雨浓雾复盖了整个机场，天地几乎连接起来了。人们只听到飞机马达的轰鸣，却看不到飞机在什么地方。飞机要在这样的天气降落，真比盲人过独木桥还要危险。

机场上，指挥员拉掉了塔台上的防风玻璃罩，地勤人员也冒雨对空观察，人们的心象一根绷紧的弦。指挥员用话筒鼓励刘汉昌要“勇敢、坚定、沉着”。刘汉昌知道首长和战友们都在关怀着他，浑身增添了更大的力量，他斩钉截铁地回答：“一定能战胜困难！”

第三次着陆开始了，飞机下降了高度，马达的声音越来越近。突然，人们发现飞机在跑道右侧方五六百米处出现，对着停机坪、加油线横冲而下，高度只有二十多米了，再有几秒钟的功夫就会造成严重后果。这时，刘汉昌还没有找到跑道。

“加油门，拉起来！”听到指挥员急促的命令，他知道飞机处在危险的位置，立即将机头拉起，飞机呼啸着从人们头上掠过。这种高速飞机在超低空飞行时，突然加油门拉起很容易失速触地，刘汉昌是了解这一普通常识的。然而，为了加油线上战友们的安全，他不顾个人安危，毅然加大油门，拉起操纵杆。刘汉昌凭着坚定的信心，勇敢的精神，灵活准确地驾驶着战鹰，避免了一次事故。

随着时间的推延，油量最多只能飞十分钟了。险情接踵而来，情况万分紧急，如果再着陆不成，只有爬高跳伞，丢掉飞机了。

刘汉昌，这个贫农的后代，在旧社会手拿讨饭棍跟着父亲逃荒要饭；新社会他手握驾驶杆，翱翔在祖国的万里兰空。是党和毛主席给他插上了钢铁的翅膀。他深深地懂得，手中的驾驶杆联系着保卫社会主

义，保卫无产阶级专政，联系着世界革命。今天，在这严峻的考验面前，他把个人生死置之度外，首先想到飞机是人民的财产，是党交给自己的战斗武器。多一架战鹰，在反侵略战争中就多一份战斗力。他只有一个念头：人在机在，战胜险关，保住战鹰。他临危不惧，冷静地分析了前三次的经验教训，认为对准跑道的关键，是要掌握好转弯的坡度与改平的时机。他决定把利用地标和罗盘数据结合起来进行着陆。指挥员同意了他的意见。

阶级的情谊把空中和地面连成了一个战斗的整体。人们摒住呼吸，全神贯注地盯着飞机着陆的方向，争取早一秒钟发现战鹰。在空中，飞机前风挡玻璃完全被雨雾糊住了，刘汉昌就一面从侧方艰难地寻找地标，判明跑道的位置，一面仔细地观察仪表的变化，准确地默算着飞机的数据，并及时地向指挥员报告空中的情况，给指挥员提供指挥的依据。他的每一句报告，都充满着必胜的信心；每一个动作，都表现了"一不怕苦，二不怕死"的革命精神。

霎时，飞机又出现在跑道的右前方，距离跑道只有六百米了，在这样短的距离内要纠正方向差，还要做接地动作，是很不容易的。刘汉昌大胆沉着，柔和地操纵驾驶杆，按照指挥员的命令，在几秒钟的时间内，连续而准确地做完十几个动作，把战鹰稳稳地降落在跑道上。顿时，机场上欢声雷动，许多人眼眶内闪烁着激动的泪花。人们象欢迎一场战后凯旋归来的英雄一样，一齐向刘汉昌驾驶的飞机拥去……

二

为什么刘汉昌在紧急关头能够从容不迫，履险如夷，连续而准确地完成许多复杂的动作？这并不是偶然的。这是他平时努力学习马列主义、毛泽东思想，自觉锻炼"一不怕苦，二不怕死"的革命精神，刻苦学习军事技术的结果。



当大家谈到刘汉昌在排除险情中能熟练地运用地标和飞行数据时，都自然地想到他的一段斗争经历。

刘汉昌刚到部队时，看到机场上一排排昂首挺立的战鹰，心情无比激动，他暗下决心，一定要练出一副钢铁的翅膀，为保卫祖国的领空作出贡献。可是，在当时林彪的资产阶级军事路线的干扰下，许多飞行的基础科目都丢掉了，训练的时间也很少。刘汉昌看在眼里，急在心上。他学习了毛主席关于政治和经济的统一，政治和技术的统一等有关指示，他想，一个人民的飞行员，没有一套熟练的飞行技术，怎么能完成党和人民交给我们保卫祖国的政治任务呢？怎么能在反侵略战争中狠狠地打击敌人呢？他抓紧时间学习飞行理论，并把许多飞行数据、地标位置和实际操作的经验体会记在本子上。他把书本上学到的理论，在飞行训练中认真实践。飞机着陆一般都是直接目视跑道，他却注意运用地标和罗盘的数据着陆。因此，在这次险情中他能充分运用隐约可见的一点地标再结合上罗盘数据，判断跑道位置。现在，他还保存着许多飞行笔记，一页页写着密密麻麻的材料，都是他执行毛主席革命路线，为保卫祖国刻苦学习军事技术的记录。

在批林整风运动中，刘汉昌同志通过学习党的基本路线，对阶级斗争的规律有了更深刻的理解，认清了林彪一伙推行资产阶级军事路线的罪恶目的，进一步提高了革命警惕。他严格要求，严格训练，自觉地培养"一不怕苦，二不怕死"的革命精神，努力掌握军事技术。

空中攻击是飞行训练中难度最大的科目之一。刘汉昌开始命中率比较低。他虚心向老飞行员请教，经过分析，发现主要原因是射击距离比较远。怎样才能正确掌握射击距离？刘汉昌学习了毛主席关于"**保存自己，消灭敌人**"和近战歼敌的指示，认识到：战时，只有敢于接近敌机，一举将敌机击落，才能有效地保存自己。平时训练，就要在安全系数允许的范围内，发扬战时空中敢于近战的精神。以后，每次飞攻击科目，他都敢于缩短距离，近战歼"敌"。为了保证安全，准确地掌握射击时机，他苦练目测距离。夏天，他身穿飞行服，头顶烈日，观察别人起飞时飞机在不同距离上的影象。银白色飞机反射出的强烈光线，刺得他两眼发痛，他闭闭眼睛继续看。冬天，他迎着寒风观察，脸部冻得疼痛也不肯进休息室。平时，就连营区周围的树木、电线杆都成了他的目测练习器。经过刻苦训练，他终于熟悉了各种不同的距离之下飞机影象的不同特点，准确地掌握了射击时机。他的训练

成绩有了很大的提高。

但是，刘汉昌并不满足，他用战斗的标准来严格要求自己。他发现自己在训练中，往往从较小的进入角向敌机发起攻击，这样做的优点，是我机和“敌机”在一条线上，角速度变化慢，瞄准时间长，跟踪比较稳，就容易命中。可是在实际空战中，敌我双方是在拼死搏斗，不可能有这样便利的射击条件，进入角小，也容易遭到敌人轰炸机尾炮的射击。于是，他决心提高标准，增强难度，加大攻击的进入角。加大进入角度后，由于角速度变化大，瞄准的时机很短，他的命中率不如以前那么高了。

刘汉昌在困难面前没有气馁，他说：“平时训练不能单纯的追求优秀，而要把标准定在战时能否击落敌机上。”每次空中攻击后，他都把射击胶卷用判读器放映在暗室的墙壁上，进行判读。无数片胶卷映出了射击时的真实情况。

刘汉昌并不是一般的判读自己的射击效果，而是带着高度的敌情观念，从每片胶卷映出的影象，分析空中射击时的角度、距离和弹着点，找出自己的薄弱环节。

为了学习别人的经验，突破自己的难点，他经常把其他同志的胶卷也都拿来判读。

七月盛夏，暗室里密不透气，有时温度达到摄氏四十多度，热得人透不过气来。刘汉昌带着飞行后的疲劳，一坐就是一两个小时，对每一小片胶卷都一丝不苟地判读、研究，努力寻找克服难点的途径。他针对自己的问题，地面苦练，空中精飞，训练成绩很快地又上升了。他在经验交流会上，深有体会地说：只要我们坚决执行毛主席关于“**提高警惕，保卫祖国**”的指示，思想不松战备弦，不怕吃苦，不避艰难，就能适应战争的需要。



平时想战时，平时为战时。刘汉昌同志就是这样，在严峻的考验和锻炼中，他的意志更加坚定，斗志更加旺盛。他驾驶着战鹰，巡逻在祖国万里兰天，迎接新的战斗！

·胡照华插图·

名词解释

低碎云　低碎云是由云层分裂或浓雾上升后形成的一种云底较低的云。云呈灰色，片状，云块支离破碎，极不规则，云底高度很低，一般只有五十至二百米左右，随低层风方向移动。

能见度　能见度是指视力正常的人，在当时的气象条件下，用目力所能见到目标的远近程度。实际上也就是接近地面水平方向大气透明度的一种表示。

地标　地标是一些有特征的地形地物。在飞行领航上最有价值的地标，有居民点、道路、河流、湖泊、海岸线、山和机场等。其中道路、河流、海岸线等，形状细长，叫线状地标；城市、湖泊、机场等，具有一定的面积，叫面状地标；小岛、山峰，以及地标的交叉点和转折点等，面积很小，从空中看去，可以当作一点，叫点状地标。

远近距离导航台　在地面上架设的无线电长波电台和飞机上的无线电设备配套，用于判定电台的方向，确定飞机的位置，以引导飞机航行，该地面电台叫导航台。有固定和活动的两种。固定在机场跑道两头延长线上，距离跑道端头一公里左右的，叫近距离导航台，距离四至六公里左右的，叫远距离导航台。

失速　飞机机翼的翼弦线和迎面气流之间的夹角（称为攻角），超过一定限度以后，外力系数迅速下降，阻力系数增加，不能维持飞机正常飞行的这种现象，叫失速。

转弯的坡度　飞机在航行转弯时，采用的水平与倾斜的夹角，叫转弯坡度。根据飞行原理可以知道，转弯坡度、转弯速度、转弯半径和转弯时间，总称转弯诸元。在转弯诸元之间，有一定的关系，可以用公式把它们联系起来；它们之间的关系是：当转弯坡度一定时，速度大，转弯半径也大，速度小，转弯半径也小。当转弯速度一定时，转弯坡度大，转弯半径小；坡度小，转弯半径就大。

改平的时机　当飞行时，预定转弯一定角度，或上升、俯冲（下滑）一定高度，在改平时，有一个提前量。这是因为飞机航行时有惯性，机上仪表有个落后量，所以飞机在改平时，需要提前进行操纵，提前量的大小，根据飞机运动的速度大小而定，掌握这个提前量就是改平时机。

射击胶卷　用飞机上安装的照相枪记录空中射击效果的胶卷。

判读器　用于在地面上检查空中射击胶卷的仪器。

名词解释

又紅又專 茁壯成長

——记南京航空学院几名工农兵毕业生

南京航空学院教务部

在毛主席的无产阶级教育路线指引下，近几年来，一批又一批有实践经验的工农兵学生进入了我国各航空高等院校学习。他们在社会主义大学里茁壮成长，现在有的已经胜利完成在校学习任务，重返三大革命运动的第一线。这里介绍的，就是最近南京航空学院的几名毕业生。

几年来，南京航空学院工农兵学生在毛主席革命路线的指引下，在教师的热情帮助下，坚持坚定正确的政治方向，树立为革命而学的目的，奋发图强，刻苦钻研，在实践的基础上着重向理论方面学习，已取得了显著的成就。现在，七一届入学的工农兵学生已胜利地完成了在校学习任务，重返三大革命斗争的第一线，为祖国的社会主义革命和建设事业作出贡献。下面介绍几名最近毕业的工农兵学生。

坚持坚定正确的政治方向

工人学生蒋风志，是某航空工厂的钳工，有十九年工龄，厂党委委员，来校后任党支部委员。他坚持坚定正确的政治方向，认真读马列的书，读毛主席的书，积极参加批林整风运动，不断提高路线觉悟。他关心班上每个学员的思想进步，密切联系群众。由于他对思想工作抓得紧，也带动了全体党员去做思想工作，因此班上的政治空气也是比较浓厚的，班上十个非党员，就有九名向党支部提出了入党申请。

对于业务学习，他也有一个正确的指导思想。明确上大学，学好业务，攀登科学技术高峰，是为了社会主义革命和社会主义建设，是为了更好地为祖国航空事业服务，因此他能自觉地把上大学和贯彻执行毛主席的革命路线，巩固无产阶级专政联系起来，为革命刻苦学习文化科学知识。

入学之初，他在班上属于最困难的几个学员中的一个，经过他的努力，已能掌握各门课程的内容，思路明确，学习方法对头，有一定的分析问题和解决问题的能力，取得了较好的成绩。

一次在下厂结合某航空自动驾驶仪进行教学实践时，他能运用已学的理论知识，查出了工厂生产某个产品中有一个管子接错，他提出了自己的意见，排除了产品的故障，保证了航空产品的质量，得到了工厂的好评。

在综合实践中，他与其他二个学生一起，在教师指导下，对某型飞机自动驾驶仪的特性进行了分析，对其中一项技术关健进行了实验研究，提高了稳定性，为改进系统性能提供了技术资料，表现了较好的分析问题和解决问题的能力。

充分发挥实践经验的特长

机械加工专业老工人学生王顺发，是有二十年工龄的七级模具钳工，入学时文化程度较低，学习上困难较大，特别在计算方面。但他有为革命而学的革命精神，常常放弃休息，抓紧时间。对于教师布置的作业都能认真细致地完成，严格要求自己，踏踏实实、一丝不苟、刻苦钻研，勤奋学习，终于使困难让位于不困难，并取得了好成绩。

在该专业下厂结合某项加工自动机的设计任务进行机械设计实践时，他在学习机械零件、机械原理、力学等基础理论知识的基础上，结合他丰富的实践经验，在参考资料缺乏的情况下，独立地提出了一种“加工自动机”的新方案，得到了工厂工人和技术人员的好评。

在下厂进行毕业前的综合实践时，他利用已学的公差配合、夹具设计、机械加工工艺学等基础和专业



西北北工业大学机械加工专业的十名工农兵学生，和三名教师一起，以校办工厂为三结合基地，在不到两个月的时间内，试制了一台“电磁分度齿轮单面啮合检查仪”。它的测量范围广，精度高，不要求恒温，能在一般生产车间使用。左图就是这台仪器的照片。

西北工业大学教务部供稿

课的理论知识，准确地完成了某产品零件较复杂的工艺尺寸链的换算任务，该零件共有三十一道工序，尺寸精度要求较高，尺寸关系较复杂。他还制定了工艺规程，并设计了加工该零件的铣槽夹具。担任指导教师的工厂技术员在评语中指出：他能根据自己的实践经验和运用所学的专业知识，分析和解决编制工艺规程和夹具设计中的主要问题，较好地完成了指定零件的工艺规程编制和夹具设计任务。

在实践基础上学习理论

工人学生沈跃华和王根宝，都是某飞机工厂有十二年工龄的钣金工，入学后，充分利用他们的实践经验，刻苦地学习，在实践的基础上着重向理论方面提高，取得了优良的成绩。他们俩在毕业前的综合实践中，带着他们在工厂中的技术革新问题承担了一项“蒙皮靠模滚弯”问题的研究任务。这个问题，经过工人与技术人员多年的生产实践，已积累了大量的技术数据，但在设计原理与计算方法方面，还需进一步研究。研究的结果，将有助于提高劳动生产率。

他们虚心向有关工厂的工人与技术人员学习这一项钣金零件成形机械化的技术。在工人师傅与技术人员的热情指导下，他们认真地进行了调查研究，分析了国内外有关资料，并利用所学过的《机械原理》等知识，找出了规律性的东西，总结了靠模的设计原理与方法。

在实践中，他们俩还对工厂工人、技术人员在生产实践中积累的大量技术数据进行了分析研究，并进行了一定数量的补充实验，在此基础上，绘制了一套适合于某些机种的钣料滚弯回弹曲线族，把实践认识，提到了理论规律的高度，为设计靠模和使用控制机床提供了技术资料。



上图：北京航空学院的工农兵学生在停机坪上学习飞机的各部分构造功用　　本刊记者摄

沈跃华同志在研究过程中，运用专业课程中所学的钣料滚弯回弹量的计算公式，对上述技术数据进行了大量的计算工作，并将此计算公式显著地加以简化。同时还确定了此公式的应用范围，为生产上的应用提供了方便。

协助教师改进教学方法

解放军学生李伯友，初中毕业后，念了半年中专，参军后在部队工作了十年。在党和毛主席的关怀下，被选拔到南京航空学院。

他常说：“党和毛主席送我们上大学，我们一定要坚持坚定正确的政治方向，努力学习，做又红又专的无产阶级革命事业接班人。”

在旧教学方法的改革方面，他能从教和学两个角度认真考虑，经常向有关教师和领导反映意见和汇报自己的学习情况，不但从方法上，而且能从内容处理等具体问题上，提出合理的建议和改进意见。如雷达发射机课中，讲到U形管问题，同学们不易理解。李伯友能在积极思维的基础上建议教师着重讲清U形管的物理概念。教师采纳了他的建议，结果使多数学生较清楚地掌握了这一知识。这样，李伯友既协助教师改进了教学方法，也使自己学得更生动活泼。

在学习方法上，他能把精力放在提高自己分析问题和解决问题的能力上。经过艰苦努力，李伯友在学习中掌握知识较快，理解问题较深，具有较好的分析问题的能力。如学习雷达数字显示内容时，当教师讲了一种二进位制和十进位制的变换运算法，李伯友经过自己的思考和分析，举一反三提出了另一种变换运算方法，给教师留下了深刻的印象。又如在雷达发射机课程进行双回路长线振荡器实验中，他能独立地从其它课程所学的长线理论出发，分析和阐述振荡器的工作条件。教师满意地说：“这说明他学习比较扎实巩固，具有灵活应用过去所学知识的能力。”外语教师也反映，李伯友英语语法概念较清楚，分析翻译较正确，生词记忆也较好。

本期封面

特技跳伞

本栏解说：张修身

封面上的这张照片，是去年夏天在北京附近的怀柔水库上空拍摄的。这一天，中国人民解放军一九七三年体育运动会的北京赛区，在怀柔水库组织了精彩的水上跳伞表演，受到了观众们的热烈欢迎。在表演过程中，记者随同跳伞运动员乘坐一架国产运输机。从空中采访这次表演的情况。

当我们的飞机到达指定的空域，机舱里亮起了指示跳伞的信号灯。身穿跳伞服装的运动员们，背着降落伞，迅速地从打开的机门一跃而出，向着水库坠落下去。这时，我从机舱的窗口伸出照相机，朝着运动员下坠的方向抢拍了这个镜头。运动员离机的时候，飞机正处在二千米的高空。

照片上三名运动员表演的是三人集体特技跳伞。他们三人手拉着手，同时离开飞机，在空中使身体成水平状态坠落。这种跳伞项目，要求运动员在离机的时候，降落伞并不马上打开，而是要让身体在空中快速地自由坠落几十秒，到离水面只有六七百米的高度时，才开伞冉冉降下。在这几十秒的自由坠落过程中，运动员要利用自己的四肢作舵面，借助于空气的阻力，操纵身体保持平衡，并完成规定的动作。你看，照片上三名运动员在空中的姿势保持得多么平稳，多么优美！

特技跳伞是飞机跳伞中一项十分重要的项目，技术比较复杂，要求运动员勇敢、果断，在空中反应灵敏，动作熟练。在军事上，特技跳伞对于空降兵完成特殊任务也很有意义。伞兵在离开飞机以后，在规定的时期内伞开得愈晚，在空中保持操纵自己身体的能力愈熟练，就愈有利于隐蔽自己，能够准确而迅速地降落到指定地点，消灭来犯的敌人。

跳伞运动是一项受到群众喜爱的航空运动项目，它可以培养人们勇敢、顽强、机智、灵活和不畏困难的精神，在毛主席革命体育路线指引下，今后它将会更好地开展和普及。

这张照片拍摄时，用的是日光型彩色反转片，胶卷速度十九定，光圈八，快门速度二百五十分之一秒。

读者来信

近两个月来，我们不断收到各地读者的来信，信中热情地表答他们对本刊的希望，提出许多宝贵的建议。我们在此表示感谢。毛主席教导我们：“**看的人提出意见，写短信短文寄去，表示欢喜什么，不欢喜什么，这是很重要的，这样才能使这个报办得好。**”下面是几封来信的摘录。

△上海轻工电子材料厂工人刘建同志来信说：解放以来，在党和毛主席的英明领导下，我国的航空工业从无到有，从小到大，取得很大的成就。但是今后的任务更艰巨。我相信，《航空知识》一定能为祖国航空事业的发展，作出一份贡献。

我是《航空知识》的老读者，对航空事业有很深的感情。过去我是一个青少年学生，从《航空知识》里学到了一些现代航空科学知识，并且热爱祖国的航空事业；这次《航空知识》复刊，我已经成为工人阶级队伍里的一员，在自己的生产岗位上，亲手建设我们国家的电子工业。虽然今天我没有直接从事航空工业的工作，但是我们的社会主义建设事业是一个整体。航空工业的发展离不开电子工业，共同的目标把我们紧紧地连在一起。我仍然渴望了解现代航空科学技术的发展，在这方面，《航空知识》是我喜爱的读物。

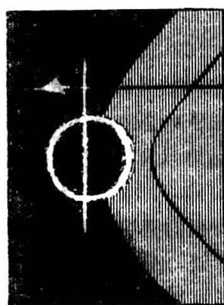
在党的第十次代表大会上，周恩来同志的报告中指出：“我们相信，在毛主席领导下，我们全党一定能够坚持毛主席的无产阶级革命路线，把我们的工作做好，不辜负全国人民和世界人民对我们的希望！”希望你们把《航空知识》越办越好，我愿意尽我的努力，协助你们共同办好这个刊物。

△湖北省沙市市向东小学教师何承俊同志来信说：当我从今天的《人民日报》上得知《航空知识》从明年起恢复出版的消息后，心里非常高兴，促使我拿起笔来给您们写这封信。但是要说的话很多，一时不知从何说起，在这里仅以老读者的身份提几点希望：

经过伟大导师毛主席亲自发动的无产阶级文化大革命的战斗洗礼，在党的十大精神指引下，希望《航空知识》能在马列主义、毛泽东思想的指导下越办越好，焕然一新，成为宣传马列主义、毛泽东思想的科学普及阵地。

希望系统地介绍现代航空和空间技术的最新发展和基础知识；希望经常刊登人民空军“**提高警惕，保卫祖国**”的英雄模范事迹；希望能有更多介绍航模制作经验和基本知识的文章同读者见面，以便促进航模运动的开展；希望在复刊后的《航空知识》中增加彩色插页并多登些照片，做到文图并茂。

△四川省雅安县人民银行职工刘国泗同志来信说：当我以愉快和亲切的心情读到《航空知识》复刊的消息时，情不自禁地使我拿起笔来写上几句。作为老读者，出于对杂志的爱护，提出一点希望：《航空知识》既然是一种科学普及杂志，就要把它办得活跃一些。当然首先要使内容具有鲜明的政治观点，准确无误的科学知识，但是也应当有完美的形式。例如多登一些图片和插图，设立一些专栏，排版也应力求新颖；但是又要警惕过于追求形式而落入资产阶级、修正主义那一套庸俗的框框。



巴黎航空展览印象记



王 新 民

目前，国际间所举行的航空展览会中，两年一度的巴黎国际航空空间展览会是规模最大的。我国航空参观团曾在去年五六月间前往法国参观过最近一届的展出。以下是参观团团长王新民同志撰写的一篇观感，扼要地介绍展览的内容。

巴黎国际航空空间展览会每两年举行一次。展出的地点，在法国巴黎附近的布尔歇机场。一九七三年五月二十四日至六月三日举行的展出，是第三十届，也是举办以来规模最大的一次。参加展出的国家有二十一个，参观的人数也较多，各国报刊派往采访的编辑和记者有三千多人。展品中包括飞机、发动机、卫星、导弹、机载特种设备、电子仪器、地面设备、机场设施和材料工艺。其中飞机展出一百八十多架。展品有的在室内陈列，有的摆在露天广场。一般大飞机都摆在外面，各种设备、模型则放在陈列馆里。展出的展品，按国家或制造厂商分成展台。这一届的展台共有六百多个。

除了实物或模型的陈列展出以外，展览会期间还组织飞行表演。这次参加表演的，有十四个国家的一百三十多架飞机。

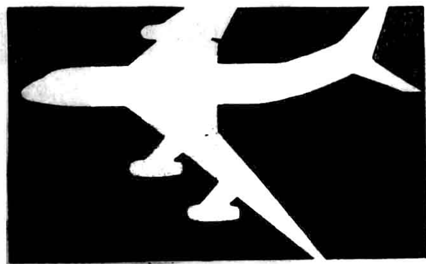
称霸与丢丑

在这次展览会上，除了各种技术内容外，有两个方面的情况，给我们留下很深的印象，下面分别简单地谈一谈。

其一，在这次展览会上，苏修急于争夺国际航空市场和窃取航空技术情报，派出了以航空工业部副部长为首的庞大代表团。由于苏修领导集团利令智昏，称霸心切，却造成了两件轰动世界的丑闻。一是苏联驻法空军副武官米隆基涅中校，五月二十九日晚在布尔歇展览大厅偷窃法国汤姆逊公司的展品，被当场抓获(请参看本期第二十三页《激光测距仪简介》一文)；二是苏修的“图—144”型超音速客机，在六月三日的飞行表演中，当众在空中解体，并坠毁于巴黎近郊古森维尔镇的蒂亚村。村里有七人死亡，二十八人重伤，村里另外十几所民房被砸坏，六个机组人员都摔死。飞机的残骸碎片散布在地上前后达几公里，飞机堕毁的现场，树枝上挂着赞扬这种飞机性能的蓝色宣传小册子（请参看本期第十八页《图—144是怎样解体的》一文）。这架飞机在空中起火的时候，我们参观团的同志正在现场参观飞行表演，亲眼见到它掉了下来。

“图—144”为什么在空中解体？这同苏修复辟资本主义，把航空工业引向资本主义化是分不开的。他们急于参加世界航空工业市场竞争，特别是企图同英、法合制的“协和式”飞机争夺超音速民航机的市场，近年来，拼命加紧研制“图—144”型超音速民航机，在国际上大吹大擂，这次又急急忙忙拿来在展览会上表演。据报道，“图—144”有部分设计，抄袭了英、法合制的“协和式”，以后虽然进行了改型，但也缺乏充分的试验，这次酿成航空史上罕见的事故，在大庭广众之间大丢其丑，并不是偶然的。

其二，从这次的展品中，明显地反映出近几年西欧各国联合起来，发展航空和空间技术的趋势。他们加强合作，共同研制航空产品，对抗美苏两霸的垄断。例如，这次展出的飞机中，有英、法合作研制的“协和式”超音速客机，有西欧五国合作研制的A—300B型“空中公共汽车”，有法、意、西班牙等国合作研制的“水星式”运输机，还有西欧各国合作发展的空间运载火箭、人造地球卫星。这些产品大多同美、苏的同类产品旗鼓相当。而美国有一些主要的机种却没有参加展出。据外刊报道，美国可能也看到了这个趋势，故意对这次展览表示冷淡，以削弱受到西欧各国重视的巴黎航空空间展览会的影响。



飞机的展出情况

这次参加展出的一百多架飞机，包括运输机、军用作战飞机和直升飞机。西欧五国（法、英、西德、荷兰、西班牙）合搞的宽机身的A—300B大型喷气民航机，从技术上讲，属于近几年出现的新一代的运输机。它采用了一些最新研究成果，例如，从陈列的A—300B原型机实物可以看到，它的机翼采用了高效率大面积的后缘襟翼和全翼展的前缘缝翼，使襟翼占整个展长的百分之八十四，提高增升效率，缩短了起落滑跑距离，着陆速度减少到每小时二百四十一公里。



A—300B还采用了一种新的翼型，叫做后部加载式尖峰翼型，它可以使飞机的巡航临界马赫数提高零点零二，使机翼重量减轻一千一百公斤，增大飞机机翼油箱的燃油储量，改进低速气动力性能。

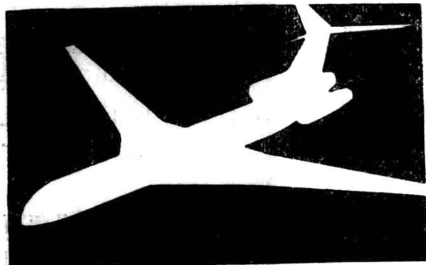
展出的战斗机中，F—14A及“幻影F·1”（“幻影式”飞机亦名“海市蜃楼式”飞机）等机种进行了飞行表演。F—14A是可变后掠翼的战斗机，是专门为在中空进行空战而设计的。在飞行表演中，它在中、低空作了相当多的机动动作：以大俯冲角俯冲后，急跃升拉起，进行低空左右侧滚飞行，尤其是低空转弯半径较小，起落性能也比同类飞机有所改进。



在多用途战斗机“幻影F·1”进行飞行表演时，由于它的机翼采用前缘缝翼和明显的机翼前缘扭转，使低、中空性能及低空回避机动性较好，低空转弯的角速度很大。同时由于采用整体壁板及机身整体油箱，机体重量减轻，加大了推重比和续航时间。

直升飞机有三十多架参加展出及参加飞行表演，但是没有重型直升飞机。有的国家正在研制直升飞机用的玻璃钢塑料旋翼，据说可以延长使用寿命，在展览会上也引起了人们注意。

从展出的典型飞机，可以看出两点趋势：

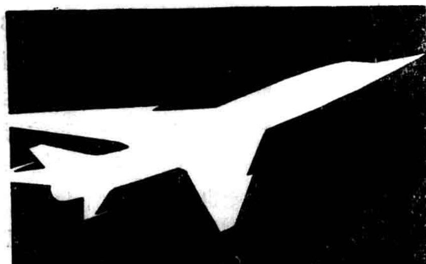


一，关于运输机，各国都在追求更好的经济性、安全性，以致出现了所谓第三代的喷气式客机，其特点是采用宽机身，采用新翼型来多载客，多装货。

二，关于战斗机，目前国外有多用途或单用途之争，但都突出了机动性能及火力攻击，以求满足中、低空的空战要求。这意味着对过去在大多数战斗机设计中只强调高空高速的重新估价。目前，已经出现一批在试验过程证明性能较好的飞机，正在解决中空中速度和机动性的矛盾。

导弹与空间技术

本届展出的地对空、地对地、海防和反潜艇导弹有十几种，展出人造地球卫星和载人飞船或模型有三十多种。好几个国家都设有专门的空间技术展览馆或展览台。



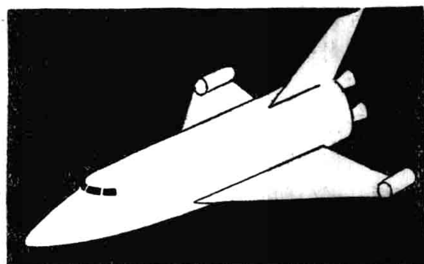
展出的运载火箭方面，推力较大的有欧洲几国合作研制的空间运载火箭LIIIS。这次展出的还不是实物，而是模型，预计到一九八〇年用来反射欧洲大型应用卫星。它的第一、二级为液体发动机，第三级为固体发动机，发射重量为二百吨以上，最大推力为二百四十吨。

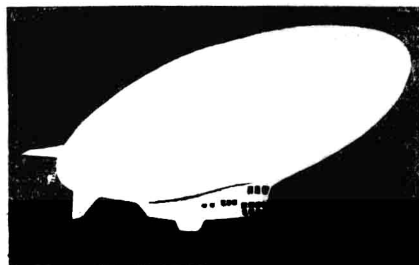
在人造卫星方面，欧洲十个国家联合组织的空间研究机构——欧洲空间研究组织(简称“欧联”)，已经发射了七个科学卫星，他们展出

了正在研制中的科学卫星、空间实验室、气象及通讯卫星的模型。从这次展览可以看出，西欧共同市场各国的空间技术发展，有以下两个趋势：

一，西欧各国在最近一些年来，不但在飞机的研制方面，采用两个或几个国家合作的方式，而且在运载火箭和人造卫星方面，也采取更多国家联合起来，共同出钱出力，合作研制的方针。他们所研制的大型空间运载火箭，投入使用以后，可以摆脱目前主要依赖美国运载工具的情况。

二、西欧除了搞科学卫星外，也开始搞应用卫星，其中通讯卫星更引起重视。由于现有"国际三号"通讯卫星不能满足要求，一些国家已组织新的研制计划。从这次展览会上，可以看到多种新的国际或国内通讯卫星正在进行研制，并且重视发展先进的三轴稳定同步卫星。另外，为了满足准确及时地预报气象，国际间正组织"全球大气研究计划"，其中包括由几个国家分工研制发射六个同步气象卫星，组成全球观测系统。欧联将于一九七六年发射第一个气象卫星。此外，为了解决密集的空中飞机飞行安全，欧联计划于一九七七年发射空中交通管制卫星。

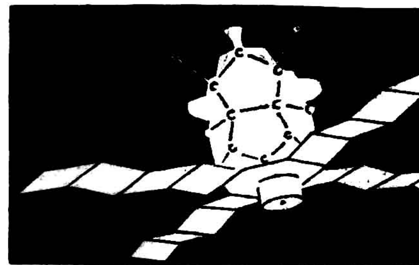


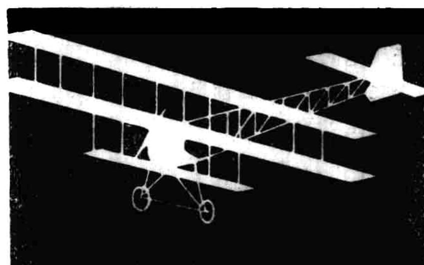


航空发动机的情况

这次展出的各种航空发动机或发动机模型有三十多种，其中大部分以前都展出过。新研制的发动机，大多是涡轮风扇发动机，由于这种发动机在高亚音速飞行时耗油率较低，推重比较大，因此国外都很重视对这种发动机的研制和发展。这次展览会上首次展出的涡轮风扇发动机，有F100及M53等型号。F100是所谓"连续放气"的发动机，但这次展出时间，只在记者招待会上显示一下。M53是法国最新研制的涡轮风扇发动机，目前正在进行试验研制阶段，准备在一九七五年投入生产。其推力为八千二百公斤，而其结构仍为单转子，是目前国外结构最简单的涡轮风扇发动机。法国准备采用这种发动机装备"幻影G8"及"幻影F•1"等战斗机。

从这次展览来看，发动机的结构上有下列几项，国外新研制的发动机多加以采用：一是采用高温涡轮，利用各种各样精密铸造的空心叶片，采用多通道后缘排气的陶磁型芯，加强冷却效果，因此使有的发动机涡轮前温度达到摄氏一千三百度。二是采用蒸发式喷嘴环形燃烧室，可以延长燃烧室寿命，缩短发动机长度。三是大量采用钛合金材料制造发动机轮盘等零部件，可以减轻发动机重量。





航空工艺和材料的发展

从展览会的展品中，可以看到飞机发动机上，整体壁板、整体结构件、蜂窝结构、高温合金铸造、气冷叶片及钛合金、复合材料、碳纤维、硼纤维等新结构、新材料采用的越来越多。如"水星式"客机的机翼百分之九十，"幻影式"战斗机前机身百分之五十，都采用了整体件；超音速"协和式"客机机身框架几乎都是用厚铝板加工的整体件。整体件的采用，进一步简化了飞机结构，减轻了重量。

"波音—747"型客机的副翼、方向舵、升降舵；"F—14"型战斗机的进气道唇部、整个水平尾翼、垂直尾翼及方向舵，都是采用蜂窝结构。



复合材料、碳纤维、硼纤维等新材料，也开始在起落架、刹车盘、飞机的水平安定面、垂直尾翼的蒙皮上试用。

电子计算机和数字程序控制技术，在飞机的理论计算，结构模线的绘制，样板、工艺装备的制造，以及壁板、框、肋等零件的加工方面，获得日益广泛的应用。这对协调飞机的装配过程，缩短新机试制周期，是一个重要的改进。

特种设备及电子装置

本届展览会上，在航空特种设备及电子装置方面，展品内容较多，反映出各国对机载电子特别设备的研制与发展比较重视。

在座舱显示技术方面，目前广泛使用的电气机械式仪表，仍有大量产品展出，同时也有许多新的产品，如平视显示器，能将飞机姿态及飞行参数等多种信息集中显示到一个荧光屏上，使飞行员既能看到各种信息，又能看到飞机前方的真实景象，可用于巡航、进场、着陆、作战攻击等多种状态。这种新型仪表看来发展已比较成熟，在有的军用飞机上早已使用（如"猎兔狗"式垂直起落战斗机）。现在民航飞机也开始使用，例如这次展出的"水星式"的原型机上也装有这种仪表。又如活动地图及电子地图显示器，能将飞机的导航信息集中显示出来，展览会上有多种实物展出，下视显示器及功能显示器尚在研制中，展出的仅为模型。

惯性导航设备在小型化方面有很大进展。平台、计算机、输入输出装置及自备可工作十五分钟的应急电源，均组装在一起，体积很小。有的飞机公司研制的无线电高度表，形成了一个系列，重量为七点半公斤至十二点二公斤，目前已装于多种类型的飞机及导弹。

在飞机控制与操纵系统方面，象"协和式"这样的大型飞机，已采用了电传操纵系统，以克服由于机身长，机械操纵系统的迟滞现象带来的问题，提高了操纵精度。但总的来说，新式的飞行控制系统在本次展览会上与惯性导航系统一样，展出的实物较少。

在航空救生设备方面，有一家公司展出了一种在高速飞机上用的火箭弹射椅，可以保证零高度，零速度，以及每小时一千二百公里以下任何高度安全救生，同时还具有手动降落伞解脱机构和自动救生阀充气装置，可以改善在各种条件下的救生性能。

在展品台上，无线电设备名目繁多，其特点是：都在不同程度上实现了小型化、微型化和数字化。

在展出的电子装置中，空中交通管制雷达引起不少观众注意。这种雷达在普通机场雷达或警戒雷达的基础上，增加了电子数字计算机进行控制，实现了控制自动化，其画面是地形图、气象图、交通图、电子标尺和各种符号的综合体。这种雷达具有彩色显示，同时可控制二百五十个目标。

对法国航空工业的印象

我们参观团在法国访问期间，受到法国航空界朋友们的热情接待。展览会的负责人会见了我们，表示希望今后继续发展中、法两国航空方面的友好往来与联系，增进中、法两国人民之间的友谊。展览会结束以后，我们曾应邀到法国各地，参观了一些航空工厂和研究机构。中、法两国人民有长期友好交往的历史，这次我们到法国各地访问，又到处受到热情欢迎，使我们留下很深的印象。

法国的航空工业是第二次世界大战以后重建的，经过多次合并和改组，目前有两家大的飞机公司（国营宇宙航空公司和私营达索·布雷盖航空公司）和两家大的发动机公司（国营航空发动机研究与制造公司和私营透博梅卡航空发动机公司），以及相当数量的航空设备及附件专业公司。近年来，法国在坚持军用航空装备国产化方针的同时，大力加强与西欧各国合作，共同研制多种军用和民用飞机，研制多种航空发动机，促进了航空工业的发展。参观以后，在技术方面，有以下几点印象：

一、为了扩充实力和扩大市场，正在迅速进行航空工业的工艺装备更新。

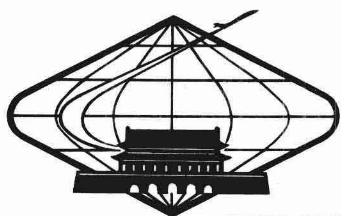
二、为了保证航空产品的质量和改进其性能，加强在国际市场的竞争能力，法国的航空工业一般对试验研究工作比较重视。

三、积极同欧洲共同市场合作。法国的航空工业通过积极搞国际合作，增加了和美、苏两霸竞争的能力。同时这种技术合作，在客观上也加速了技术交流，便于引进先进技术和新工艺。

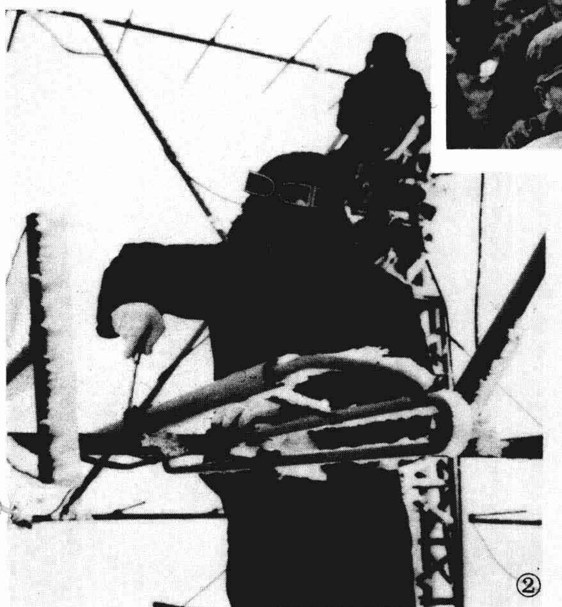
四、对航空产品，采取技术上的"渐改法"的研制方针。在飞机和发动机设计和制造方面，比较注重经验的积累和技术的继承性，在某种程度上来说，这一方针是法国航空工业取得进展的重要环节。

但是，资本主义制度所固有的社会矛盾，在法国航空工业中同样有深刻的反映。我们到达巴黎参观之前，法国就发生过全国机场调度人员的大规模罢工，迫使那个时期的空中交通陷于混乱。我们离开巴黎不久，和航空工业密切有关的法国诺盖尔镇的佩希奈制铝工厂工人，又从六月二十一日开始大规模罢工，使法国最重要的制铝企业全部瘫痪。

·丘成昊、丘伟伦插图·





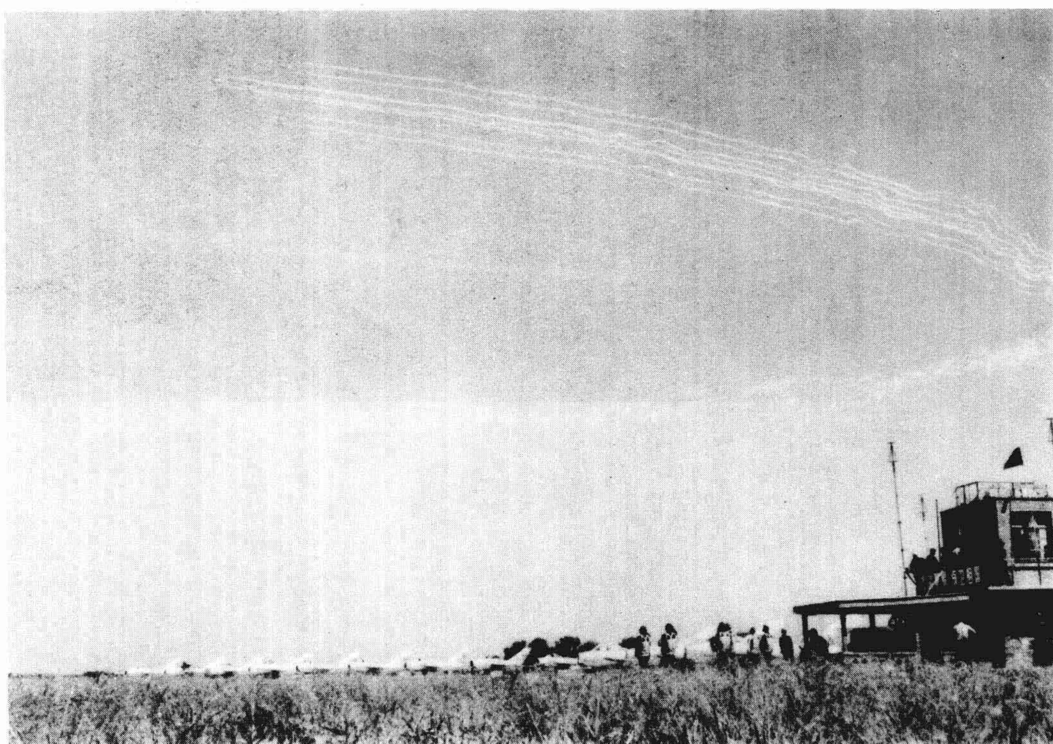


①宣讲十大文件　　吴森辉摄

②驻守在西藏高原上的空军某部雷达站指战员，不畏艰辛，扎根边疆，保卫边疆。这是他们在风雪后，冒着严寒检查线路的情况。　　李保国摄

比翼高飞

唐禹民摄





毛主席在飞机工厂(油画)





在党和毛主席的亲切关怀下，我国空军的又一批女飞行员正在健康成长。三年前，她们分别在海、陆、空三军里担任通讯、卫生、技术等工作；今天，她们驾驶着航机，穿云破雾，翱翔在祖国的万里长空，为保卫祖国和建设祖国服务。

吴森辉摄



［本刊讯］ **在毛主席革命外交路线的指引下，一年来，我国航空、气象、卫星等方面对外友好往来和学术交流日益发展，这增进了我国人民同世界各国人民的了解和友谊，促进了我国航空方面对外友好合作关系的发展。**

△一九七三年二月，由中国民用航空总局指挥部主任王建功率领的中国政府民航代表团，前往希腊进行了友好访问。

△一九七三年四月，奥地利航空专家费迪南·布兰德纳应邀前来北京讲学。六月九日，中国科学院院长郭沫若及有关方面负责人段子俊、沈元等，同他进行了友好的会见。

△一九七三年五月，以王新民为团长的中国航空参观团一行十四人，前往法国参观了第三十届巴黎国际航空空间展览会。他们还应邀在法国访问了一些航空工厂和研究单位。

△一九七三年六月，中国民用航空总局局长马仁辉、中国旅行游览事业管理局负责人程之平，分别会见了以香港民航局副局长布赖恩·基普为团长的香港航空界外籍人士访华团。

香港航空界外籍人士访华团是在我国南方访问后于六月五日到达北京的。他们在北京参观了故宫和出土文物展览，游览了名胜古迹。

△一九七三年七月，应美国通信卫星公司的邀请，中国卫星通信考察组一行七人，在北京长途电信局副局长刘远率领下前往美国进行了考察和访问。

△一九七三年七月，以邹竟蒙为首席代表的中国代表团，前往赫尔辛基参加世界气象组织仪器和观测方法委员会第六届会议，以及世界气象组织、世界卫生组织联合召开的大气污染观测和测量技术会议。

△一九七三年八月，美籍中国太空及气象学家张捷迁教授前来我国短期工作，中国科学院副秘书长秦力生曾经会见并宴请了张捷迁教授和夫人张素坤以及他们的子女。

△一九七三年八月，在北京航空学院举行了授予英国罗尔斯·罗伊斯公司工程师斯·乔·胡克博士为北京航空学院名誉教授的仪式。

△一九七三年八月，以邹竟蒙为团长、杨荫华为副团长的中国气象代表团，前往参加世界气象组织先后在维也纳和日内瓦举行的国际气象组织——世界气象组织一百周年活动。

△一九七三年十月，以中国航空学会理事王洪章为团长的中国航空参观团一行四人，前往日本参观了第四届东京国际航空空间展览会。他们还应邀在日本参观了一些工厂企业和航空研究单位。

△一九七三年十月，以中国驻瑞士大使陈志方为团长、中国民用航空总局国际业务局副局长刘鸣为副团长的中国政府民航代表团，应瑞士联邦委员会邀请，前往瑞士进行了友好访问。

△一九七三年十一月，国际民用航空组织理事会主席华尔特·毕纳吉和该组织对外关系办公室主任约翰·哈奇森，应邀前来我国进行友好访问。

十一月二十四日，中国民用航空总局局长马仁辉宴请了华尔特·毕纳吉等客人。

十一月二十六日，姬鹏飞外长会见了华尔特·毕纳吉等客人，双方进行了友好的谈话。

征 稿 启 事

一，本刊欢迎下列稿件：

1. 用辩证唯物主义和历史唯物主义的观点，介绍航空科学技术发展的历史、现状和展望的文章；

2. 报道我国航空事业在毛主席革命路线指引下所取得的成就的消息、通讯或经验体会等文章；

3. 通俗地介绍现代航空和空间技术的基础知识的文章；

4. 有关开展航空体育运动（航模、滑翔、跳伞）及人民防空等方面的基础知识和经验介绍的文章；

5. 航空科学文艺作品和航空美术、摄影作品。

二，来稿请用横格稿纸书写，并注明作者的姓名、单位和通讯地址，以便联系。并请尽可能附寄有助于表答文章内容的插图资料。

三，来稿请寄北京市学院路航空知识杂志社编辑部收。来稿若不能采用，二千字以上的长稿，一律退还；短稿一般不退，请作者自留底稿。



图—144是怎样解体的

本栏编译：陆宵、黄桦

在第三十届巴黎航空空间展览会上，苏联新研制的“图—144”型超音速客机参加展出。在一九七三年六月三日的飞行表演中，“图—144”当着布尔歇机场三十五万法国和其它国家的观众，在空中解体了。这次机毁人亡事故在国外航空界引起了强烈的反响。外国通讯社和报刊杂志对此广为报道评论，现将其中一部分介绍如下。

据外刊报道，早在五十年代末，苏联为了争夺超音速民航领域的霸主地位，就着手研制超音速旅客机。其第一架超音速客机，即“图—144”的原型机在一九六八年十二月三十一日首次试飞。西方专家评论说，“图—144”的外观很象英法合作研制的“协和式”超音速客机，是抄袭了“协和式”，还给它起了个绰号——“协和斯基”。

为了在世界上争生意、抢买卖，苏联对“图—144”飞机作了许多修改，这次展出的已经不是原型机了。法国《航宇杂志》一九七三年六月载文介绍说：“我们这次看见的是一种新的飞机，它比原型机更大、更重。发动机布局，机翼以及起落架等主要构件都作了重大修改，机头还增装了前置操纵面……这是第二架予生产型飞机。”（图一）

外刊引自苏联材料中所介绍的这架“图—144”的主要几何尺寸和性能是：机长六十五点七米，翼展二十八点八米，机高十二点八五米。装有四台库兹涅佐夫NK—144涡轮风扇发动机，单台加力推力近二十吨。飞机空重八十五吨；最大起飞总重一百八十吨。载客一百四十人。最大速度约为音速的二点三五倍；最大总重时的起飞速度为每小时三百五十公里；着陆进场速度为每小时二百八十公里；着陆速度为每小时二百四十至二百五十公里。巡航高度一万八千米；升限二万米。载重十点九吨时的计划航程约六千五百公里，实际上载一百四十人时航程不到六千公里。

苏联原计划在一九七四年底或一九七五年初，将“图—144”投入国内航线使用。



事故经过及原因

据报道，在飞行表演中，苏联竭力炫耀“图—144”飞机的性能，以压倒“协和式”。“图—144”是在规定的十分钟的表演结束后，再作其它动作时在空中解体的。法国《航空杂志》一九七三年七月在题为《图—144失事》一文中写道：“从我们提供的‘图—144’航迹图可以知道：

1.表演结束时，‘图—144’放下起落架作最后一个左转弯，然后对准零七跑道（A）而不是零三跑道（C）。塔台通知驾驶员对错跑道了，飞机便向右转弯。

2.‘图—144’作机动飞行以对准零三跑道。有人发现飞机向左拐时掉下一些东西。事后在直升机停机坪（B）找到了两块长四十厘米、宽十至二十厘米的蜂窝板材。是不是‘图—144’的，正在进一步鉴定。

3.‘图—144’对准零三跑道后，塔台通知驾驶员还有许多分钟可供表演，可顺跑道再转一圈。飞机继续下滑，好象要着陆。

4.飞机在看台(D)前超低空飞行，没有着陆，随后便打开加力作大迎角爬升。

5.驾驶员收起落架，继续爬升至八百至九百米。

一些目击者似乎看到飞机在X点时坡度减小，甚至略微掉了一点高度。

这些目击者还说，看见飞机在Y点时以比原来更大的迎角又爬升了一段。

6.到航迹的顶点（约一千二百米）后，飞机开始俯冲。

7.飞机保持四十五度姿态继续俯冲。

8.从左机翼冒出了一股象征漏油的白烟。这时，驾驶员是否因离地越来越近或为了避开古森维尔镇居民区，而向后拉杆，以使飞机改出俯冲，这很难断定。

9.在这段飞行中，可能由于飞机的过载系数很大，导致了发动机以外的一段左机翼断裂并脱离机身。

10.左机翼燃油碰到发动机后着火。机翼折断后飞机失去平衡向左滚转。

11.因机体滚转，垂尾突然受到强大的气动载荷，致使机尾脱落。

12.机身从前起落架处断开。

13.机头脱开。

14.解体后的飞机部件，主要分两次在古森维尔镇(F)坠毁。坠地位置和零三跑道正好在同一直线(E)上。”（见图二）

美国《国际先驱论坛报》一九七三年六月四日报道了失事现场：“从布尔歇机场可以看见滚滚浓烟从古森维尔镇升起，十多架救护直升机立刻起飞，几十辆救护车和救火车沿狭窄的道路奔向小镇”。“在古森维尔镇，残骸落下的地方都遭到破坏”，“一些房屋被摧毁，成千的金属碎片和导线散落满街和空场”，“红、黄色座椅被皮带缠绕吊在街道的电话线上”，“村子里到处可以嗅到强烈的油味”。“当一只烧坏的鞋、两个降落伞和烧焦的飞行帽放在苏联航空工业副部长华西里·卡扎科夫的脚前时，他用两只手擦眼泪”。据美国《航空周刊》一九七三年六月报道的调查结果，这次事故亡十三人，包括六个机组人员和七个村民，伤二十八人。毁房十四间，一百零九间遭受破坏。”

事故发生后，法苏双方组成了一个联合调查组，于六月四日开始工作，但至今对事故原因尚无定论。目前外刊对

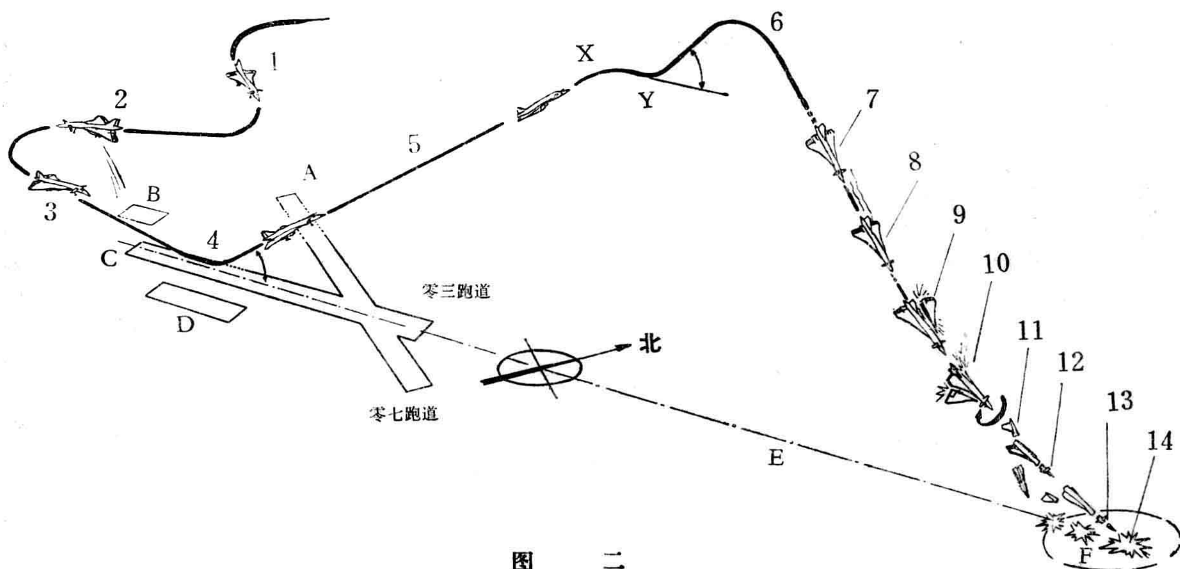


图 二

事故的分析仍仅是些推测。

美国《航空周刊》一九七三年六月十一日推测："观看了用高速摄影机拍摄的坠毁影片的官员们，一致相信'图—144'越出了它的飞行包线，这是坠毁的主要原因。"

法新社莫斯科六月十二日的一则电讯，报道苏方人士的看法时说："这里的航空界人士今天普遍认为，一位苏联高级航空官员应对苏联'图—144'超音速客机在巴黎航空展览中坠毁一事负道义上的责任。这里的看法是，这位官员出事那天在布尔歇机场曾对驾驶员说，要作一次比英法'协和式'更壮观的表演，'协和式'飞机是'图—144'在超音速客机中的唯一对手。""航空界人士普遍认为，驾驶员是奉了上级违反安全规程和飞行计划的命令，在不足以加速的高度作了低速飞行的机动动作。"

法国《航空杂志》一九七三年七月十五日分析："目前对事故原因有以下几种推测：一、发动机故障。引起这种故障可以有两个原因，一是发动机在过负载状态时供油中断；再是大迎角爬升时发动机进气口气流分离，这种气流分离通常会造成压气机超转和发动机炸裂。二、飞机操纵系统发生故障或损坏。三、飞机迎角过大引起前置操纵面失速。"

一些国家的反应

美国《国际先驱论坛报》一九七三年六月四日报道："莫斯科六月三日在等了将近六个小时后，才宣布它的一架'图—144'在航空空间展览会上坠毁。塔斯社发表了五行字的报道，说该机在作了几次飞行表演后坠毁，并说据报道乘员们已死亡。这则急电没有提飞机坠毁在居民区引起的伤亡。"

法新社莫斯科六月四日的一则电讯说："《真理报》和《苏维埃俄罗斯报》今天在里页的一个角上，刊登了昨晚塔斯社发的'图—144'在巴黎坠毁的简短报道。苏联电台和电视台还没有报道这次事件，但是发生这场灾难的消息，只有两小时就传遍了整个莫斯科。莫斯科人在地下铁道、公共汽车、出租汽车和街头巷尾，就苏联工业所生产的最有权威的飞机爆炸成一团火的结局议论纷纷"。这则电讯还说："外国观察家认为，苏联宣传机器比较沉默，这反映出苏联领导人对这架飞机在国外电视摄影机的面前坠毁，感到特别难堪。"

日本《每日新闻》六月四日登载特派记者从莫斯科发回的题为《超音速运输机事故也给苏联外交投下阴影》的电讯说："正值巴黎航空展览的高潮之中，苏联超音速客机'图—144'在大庭广众面前坠毁的悲剧，不仅是对苏联炫耀的航宇技术的严重打击，对苏联共产党总书记勃列日涅夫的外交来说，这一冲击也严重降低了国家的威望"。

法国《巴黎竞赛》杂志一九七三年七月在一篇文章里说："可以肯定，在苏美新贸易中，'图—144'不会成为出售到美洲的商品。如果说俄国人早就想战胜美国，那么这个想法已在古森维尔镇上升起的滚滚浓烟中毁灭了。"

日本《航空情报》一九七三年八月在一篇评论中说："苏联所受的打击达到了难以用语言表达的程度，它不但失去了宝贵的人命和原型机，失去了对'协和'号的优势地位，而且大大降低了对苏联航空技术的评价和信任。……要想恢复这种威信，则需要相当长的时间。"

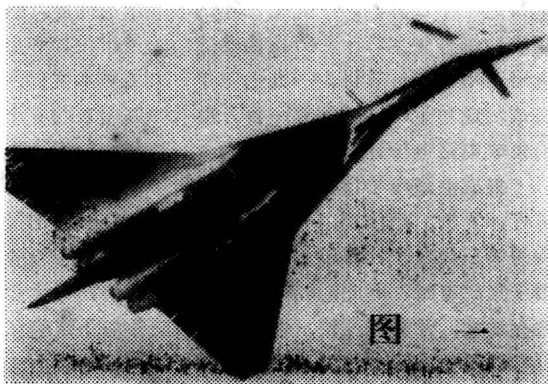
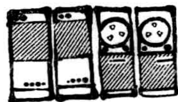


图 一



电子计算机与研制新飞机



任 远

电子计算机的用途非常广泛。凡是要进行数值计算、数据处理、统计分析、信息加工以及自动控制的地方，如石油地质勘探、天气预报、工程设计、科学研究、医疗卫生、工业、农业、商业、交通、建筑等部门，都用得上电子计算机。特别是在航空部门中研制新的飞行器，空中交通管制、导航、制导、发射人造卫星……，电子计算机更是不可缺少的工具。

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国电子工业迅速发展。一九五九年，我国制成了第一台大型快速电子计算机，一九七二年试制成功每秒钟运算十一万次的集成电路通用电子计算机，一九七三年又试制成功了每秒钟运算一百万次的集成电路电子计算机（图一）。

集成电路电子计算机，是继电子管计算机、晶体管电子计算机之后的第三代电子计算机。由于它采用了集成电路，因此，具有体积小、储存量大、计算速度快、性能稳定可靠以及耗电量少等优点。我国制成的这台百万次电子计算机，曾用来计算过一个二百次方的代数方程式，结果只用十几秒钟就正确无误地运算了出来；如果用人工计算，至少需要一百个人计算一年。

建立数学模型，研制新飞机

现在谈谈电子计算机怎样在研制新飞机中发挥作用。

一种新飞机从开始设计、试制和试验，到投入正式使用，一般需要五年以上的时间。用电子计算机帮助设计、制造和分析实验数据，就能大大缩短生产周期。例如，据国外报导，“波音727型”喷气式运输机于一九五九年开始研制，比相同类型的“三叉戟”喷气式运输机晚设计两年，但是都同于一九六四年初交付航线使用。这是因为利用电子计算机帮助设计，加快了进度，赢得了一年的时间。

飞机设计大致可以分成三个阶段。第一阶段是初步设计。在初步设计过程中，要根据所提出的使用要求确定总体方案，进行基本的气动力计算，初步进行结构设计，性能分析；要制作若干模型在风洞中进行吹风试验，以确定机翼的几何形状，机身的安排，发动机的安装部位和气动载荷的分布状况，并且检验飞机的安定性和操纵性是否符合要求。第二阶段是工作设计。在这一阶段中，根据总体方案和初步设计的结果，考虑一切有关飞机使用的问题，进行结构和系统设计，发出设计和制造原型机的图纸和有关技术文件。一面试制，一面对试制出来的各个结构部件，以及电气、液压、燃油、空气调节、防冰、飞行操纵、导航和通信等系统进行大量试验。最后，装配成几架原型机。为了检验整架飞机的强度是否合格，通常必须把头两架机体拿来作静力试验和疲劳试验。另几架原型机则装上一切必需设备，由试飞员进行试飞。第三阶段是生产设计。它的主要工作内容是，根据原型机地面试验和飞行试验的结果，对原设计进行修改和改进，绘出制造生产型飞机的图纸，正式投入生产。由此可见，在整个设计、试制和试验过程中，需要做大量计算工作，对试验数据进行分析整理，绘出大批图纸。这些工作现在都可以交给电子计算机来帮助完成。

现代大型电子计算机，储存容量大，计算速度快，具有分时的能力，就是说一台主机能够同时为数十个使用者服务，解算不同的题目。它还具有人—机实时“对话”的能力，就是说计算机能够随时解答人们提出的问题。这种计算机可以用作中心计算机，外接许多台终端机。使用者在附近或在远处利用终端机同中心计算机进行“对话”，把要计算的题目交给计算机进行计算。计算机能十分迅速地解答，同时根据使用者的指令，把所需的数据储存起来备用。

在飞机设计过程中，设计人员可以各自分别通过终端机，同电子计算机“对话”，进行设计。我们知道，飞机的结构外形是由复杂的曲面构成的，这些曲面都可以用一定数量的基准点和数学公式描述出来。设计人员借助电子计算机可以把飞机各部分的结构外形用基准点和数学公式逐步描述出来，并储存在计算机的存储器里。设计完毕后，中心电子计算机内也就储存了整架飞机的结构外形的数学模型（图二），可以通过计算机的输出显示装置显示出来。这也就是说，在中心电子计算机内储存了整架飞机从设计到总装所需要的任何数据。因此，技术人员随时都可以根据工作的需要向中心电子计算机索取任何一个飞机构件的外形数据，要求电子计算机控制绘图机绘出图纸，或者提供在数控机床加工零件用的

穿孔纸带或磁带，甚至可以使中心电子计算机直接控制数控机床进行加工。

在飞机制造过程中，设计员设计图纸，工艺员根据设计图纸编制工艺规程，最后交由工人加工制造。如果零件外形复杂，还必须设计制造一套生产用的工艺装备。加工完毕后的零件，经过检验，有的要先装成部件，然后进行总装配。一道道工序都有一定的先后次序，必须计划安排妥当，统一调度，才能互相协调，不发生错乱。中心电子计算机储存了全部飞机设计制造数据，起着统一协调的作用。如上所述，可以由它提供的穿孔纸带或磁带来控制数控机床，或者由它直接来控制数控机床进行加工。这样，不仅不需要绘制加工图纸和编制工艺规程，省掉许多工艺装备，提高机床的使用效率，节省大量工时，而且加工精度高，保证产品质量。这对要求精度高的航空产品来说是十分重要的。

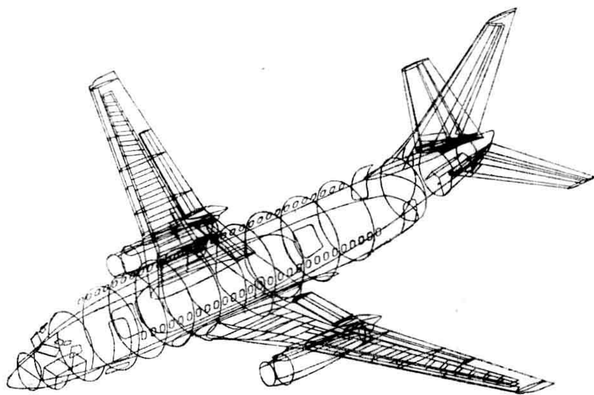


图一　这是我国第一台每秒钟运算百万次的集成电路电子计算机及各种配套的外部设备协同工作的情况。1—控制台； 2—主机柜； 3—控制台打字机； 4—光电输入装置； 5—磁带机； 6—宽行输出快速打印机； 7—打印机的控制设备。

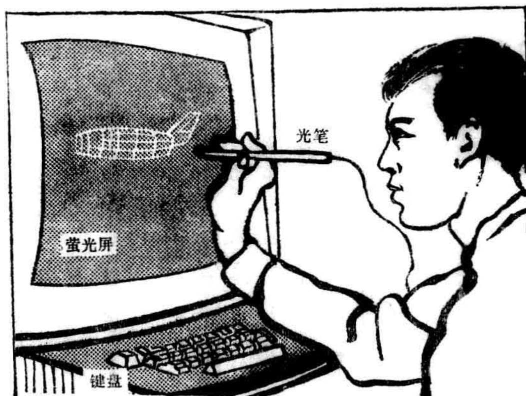
利用图形输入输出

在飞机设计过程中，设计员怎样与电子计算机进行实时“对话”呢？过去，一直是用数码形式来进行人—机实时“对话”，必须把图形变换成数学公式，才能输入电子计算机，而计算结果也必须通过辅助装置才能变换成图形。现在，电子计算机的输入输出设备有了很大的发展，出现了图象仪，可以直接用几何图形作为输入输出信息。设计员用光笔在荧光屏上画图（图三），就能把图形的信息输入电子计算机。电子计算机对输入的图形信息进行快速分析，立即在荧光屏上把图形显示出来。设计员观察显示的图形，感到哪里不合适，可以用光笔在荧光屏上对图形进行修改，直到认为满意为止。这样，人与计算机之间用图形进行“对话”。这种装置可以把人的创造性和判断力与计算机计算速度快而准确的特点更好地结合起来。

一架飞机的设计，往往需要经过多次反复才能完成，特别是初步设计，更是如此。因为飞机的结构外形与其气动力性能密切相关，飞机结构外形有所改变，势必影响它的气动力性能。反之，若要改善飞机的气动力性能，那就必须相应地



图二　一种喷气式旅客机的数学模型



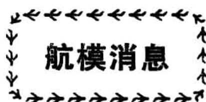
图三　利用图形输入输出装置进行飞机设计

修改其结构外形。因此，为了获得最佳的初步设计方案，必须反复多次进行分析，比较和修改才行，这是十分费时的。

现在，设计员可以利用计算机图象仪进行飞机初步设计，快速而精确地绘出飞机主要部件，如：机翼、尾翼、发动机短舱及其吊挂支架等外形，并且储存起来，以备随时取用。在图形显示过程中，设计员可以通过控制键盘命令计算机把图形旋转不同的角度，显示立体形象。设计员可以利用储存在计算机内的各个部件的外形，快速组合成整架飞机的外形，从发动机的数据库中取出发动机加在飞机的外形上，然后对装上发动机的整架飞机进行重量分析和平衡分析；计算各个部件和整机的空气阻力，进行气动力分析等等。设计和分析的结果，立即用图形和文字数据在荧光屏上显示出来，供设计人员审查。可见，有了图象仪，使设计工作大大简化了。　**·杨承德插图·**

本刊启事

本刊全部由北京市邮局发行。各地读者如欲订阅本刊，请向当地邮局或所在省（市）邮局报刊发行部门联系。本社人力有限，概不办理收订工作，敬希读者原谅。



上海市举行中小学航模竞赛

本刊讯　为了使同学们在德、智、体诸方面得到全面发展，推动中小学航空模型的广泛开展，上海市在一九七三年八月举行了中小学生初级航空模型竞赛。这次竞赛的项目有简易直升模型飞机、弹射模型滑翔机、一级牵引模型滑翔机、一级橡筋动力模型滑翔机和一级线操纵特技模型飞机。参加全市比赛的三百三十三名男女少年运动员都是在上海各区比赛的基础上选拔出来的航模爱好者。

有关学校的党团组织和教师对这次竞赛都很关心和重视，注意做好竞赛中的政治思想工作。通过这次竞赛活动，少年运动员们在思想上和体力上受到了一次很好的锻练。

这次竞赛正值盛暑期间，但小运动员们不论在竞赛前的试飞活动或是在正式比赛的当天，都不怕炎热不顾疲劳地在机场跑道上一次一次的练习，遇到了疑难问题，他们都虚心的请教老师，向有经验的老运动员学习，一些老运动员也毫无保留地手把手的辅导小运动员们。许多女运动员和男运动员一起积极做好比赛的准备工作，有的女运动员的手被螺旋桨打出了血泡，还是坚持活动。有些运动员的助手为了不使小模型在空旷的机场内飞丢，冒着炎热，跟着腾空飞翔的小飞机往返不停的奔跑。比赛中的同学们的一举一动充份体现了经过无产阶级文化大革命锻练的广大青少年在毛泽东思想哺育下茁壮成长。

小运动员们都是第一次参加这样规模的全市比赛，由于他们勤奋学习，刻苦锻练，所以中学组的直升模型飞机，小学组的弹射模型滑翔机的竞赛成绩都超过了文化大革命前的最高成绩，一级牵引模型滑翔机有十一人得满分（六十人参加竞赛），一级橡筋动力模型飞机有四人得满分（二十人参加比赛）。一级线操纵特技模型飞机文化大革命前只有一所小学参加，而这次却有十五所小学参加了竞赛。过去小学生起动发动机总要老师帮忙，这次同学们在二分钟以内就起动好发动机，把模型送上了天，博得了许多老航模爱好者的赞扬。线操纵特技模型飞机的广泛开展，技术水平比文化大革命前有所提高，为进一步开展无线电遥控模型飞机打下了良好的基础。

另外，不少学校因陋就简采用代料，坚持组织少年儿童开展航模活动。长宁区天山二中利用废旧木柴开展活动。吸引了大批少年儿童，第一次参加比赛获得了中学组第三名，进一步调动了学生的积极性。目前他们除了继续研究制作简单模型，还在教师的热心辅导下，开始制作无线电遥控模型飞机。

这次上海市的初级航模竞赛活动，对于推动上海市中小学航空模型活动的进一步广泛开展，对于丰富少年儿童的课外生活，对于促使他们在党的培养教育下，在德、智、体各方面健康成长起了积极的作用。

上海市少年宫供稿

* 　　* 　　*

成都七小学航模友谊赛

本刊讯　在党的十大精神的鼓舞下，为了进一步落实毛主席的教育方针，搞好教育革命，在成都市金牛区圣灯学区党组织的领导下和市航模辅导站的支持下，成都市金牛区新红村小学邀请太平村小学，六九信箱子弟校、八一信箱子弟校、昭宗祠小学、东方红小学、解放中路第二小学等单位，于一九七三年十月二十八日在太平寺机场举行了弹射模型滑翔机友谊邀请赛。

这次比赛，每校六名运动员分别组成甲乙两组代表队。初中一年级学生参加甲组，小学生参加乙组。年龄最大的十三岁，最小的九岁。比赛先后飞行了一百二十六轮次。比赛结果：解放中路第二小学获得甲组团体第一名，六九信箱子弟校，太平村小学分别获得第二名、第三名。昭宗祠小学获得乙组团体第一名，解放中路第二小学、新红村小学分别获得第二名、第三名。

解放中路第二小学田涛，昭宗祠小学李远智分别获得甲乙组第一名。

比赛自始至终洋溢着『友谊第一、比赛第二』的气氛，不管那个学校代表队的运动员飞出了好成绩，运动员们都互相祝贺，共同总结，交流经验，所以比赛成绩普遍较好。

通过这次比赛，对航模运动的进一步开展打下了良好的基础，对同学们德、智、体全面发展也起到了促进作用。

（钟兴全）



激光测距仪简介

本栏解答：姚振国

据报道，苏联驻法国大使馆空军副武官米隆基涅中校，在第三十届巴黎航空空间展览会偷了外国公司展览的激光零件，被当场抓住，人赃俱在，不得不供认自己的身份和职务。这位中校由于受外交豁免权的保护，才被释放出来，经法国政府要求，由苏联大使馆遣送回国。北京、天津等地读者来信问：这位苏修空军副武官偷的是什么激光零件？它在航空上有什么用途？

下面来简单谈谈这个问题。这位苏修空军副武官偷的是法国汤姆逊公司展台上陈列的激光测距仪零件（见本页照片）。

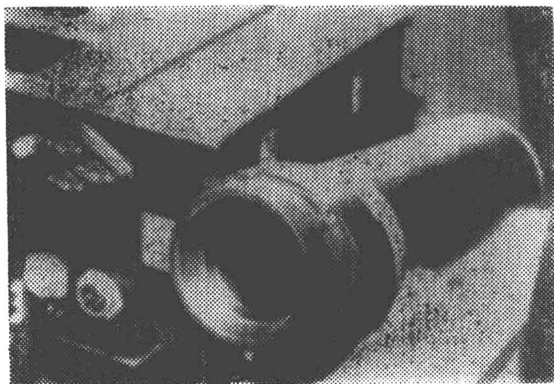
激光是六十年代发展起来的一项新技术。它是一种颜色很纯、能量高度集中、方向性很好的光。激光测距仪是利用激光进行测距的一种仪器。它的作用原理很简单：通过测定激光开始发射到激光从目标反射回来的时间来测定距离。例如用激光测距仪来测量月球的距离，如果激光从开始发射到从月球反射回来的时间被测定为2.56秒，激光发射到月球的单程时间就等于1.28秒，而激光的速度是光速，等于每秒三十万公里。因此，测得的月球离地球的距离为单程时间和光速的乘积，即三十八万四千公里。为了发射和接收激光，并进行计时，激光测距仪由激光发射器、接收器、钟频振荡器及距离计数器等组成。

激光测距仪还能用来对人造卫星跟踪测距，测量飞机飞行高度，对目标进行瞄准测距，以及进行地形测绘，勘察等。

激光测距仪具有测距精度高、抗干扰性强、保密性好，以及体积小、重量轻等优点，所以对支援地面作战飞机来说，用处很大。近来，在国外，在对地面进行支援的攻击机上有竞相安装激光测距仪的趋势，以提高武器系统射击和轰炸的精度。这种飞机为了对地面进行支援，飞行高度很低，此时机载雷达收到的回波受地面杂波严重干扰，难以辨认目标。而激光测距仪则不受其干扰，能精确地测定目标距离。

苏修社会帝国主义为了扩军备战，称霸世界，向世界各国派出大量间谍，披上外交官的外衣，施展各种卑鄙伎俩，盗窃政治、经济、军事和科学技术等情报。这次苏修空军副官在巴黎偷窃法国汤姆逊公司展台上陈列的TAV-38型激光测距仪的零件，又是一个明例。为什么苏修空军副武官对这种激光测距仪垂涎三尺，看得眼红，竟在国际大庭广众之下干起这样不光彩的勾当呢？

原来，这种测距仪是为安装在法国“幻影5”和“幻影F-1”战斗机上而设计制造的。据报道，它能在摄氏负四十度到正七十度的温度下正常工作。作用距离为三百二十米到十公里。在此范围内，不论目标距离多远，测距精度均为正负五米。测距仪的发射器为钕玻璃激光器，发射波长为1.06微米的红外线光脉冲，脉冲持续时间为二十五毫微秒，发射脉冲序列一秒钟一次，在一分钟内可重复发射十二次，测距仪的接收器是雪崩式光电二极管，用以接收从目标反射回来的激光信号。在测距仪中还有一个距离计数器，用来测定脉冲开始发射至返回的时间间隔。激光测距仪安装在射束偏转系统上。能上下左右偏转正负十度，并使激光射束与瞄准具光轴保持平行。因此，驾驶员利用这种测距仪，就能精确地测定目标的距离，以进行瞄准攻击。这种测距仪的激光头重八公斤半另加电源，重十二公斤。





左图　是美国《航空周刊和空间技术》上刊登的苏联空军副武官偷窃的激光测距仪实体模型照片。
右图　表明这种激光测距仪装置在“幻影5”战斗机前机身下侧的整流罩内。

浅谈电子计算机原理

陈　青

人们在长期生产劳动实践中不断创造了各式各样的计算工具和计算方法。早在公元一二四七年，我国南宋时代，就有算盘歌诀的记载。算盘是我国劳动人民集体智慧的结晶，是在运算实践中逐步完善和定型的。随着生产和科学技术迅速发展。人们迫切需要速度更快、精度更高的计算工具来解决复杂的数学问题。一九四五年，为了满足计算弹道的需要，制造成功了一台电子计算机。二十多年来，电子计算机日新月异，发展极为迅速。它的基本电路，从第一代电子管，第二代晶体管，第三代集成电路，发展到第四代采用大规模集成电路。存储量越来越大，运算速度从最初的每秒钟五千次，增快到每秒几千万次，甚至上亿次。此外，从便于使用方面也作了很大改进。最初只有经过专门培养的程序设计员才会使用机器，而现在，一个不懂计算机的人只要经过短期训练，就可以学会使用机器。操作使用越来越方便了。

电子计算机是怎样工作的？它是由那些部分组成的？下面就来谈谈这些问题(参看图一)。

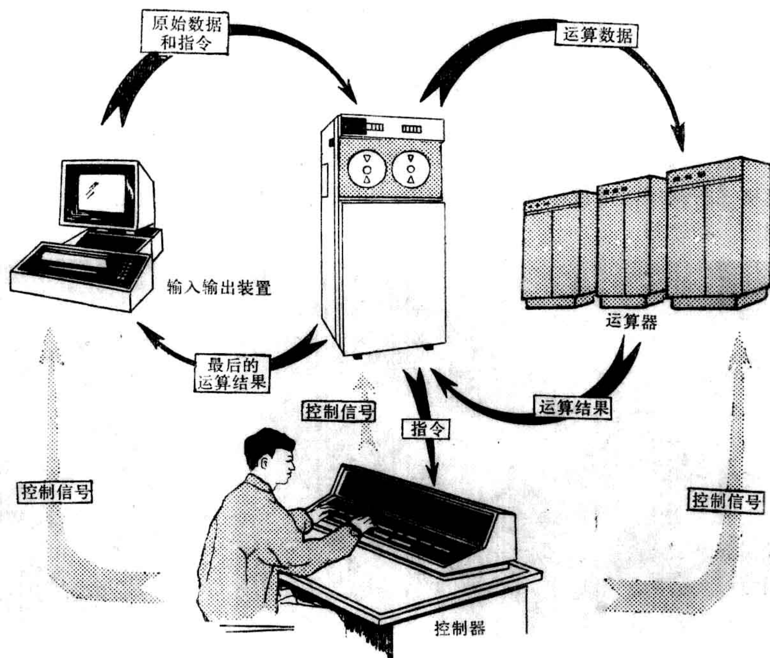
电子计算机的组成

电子计算机首先需要有运算器，它相当于日常计算时的算盘或机械式计算机，用以完成加、减、乘、除四则运算，而乘、除、减都可以化为加法运算，所以运算器通常是由加法器和一些辅助电子线路组成，互相配合起来，就能进行四则运算。人们知道，任何复杂的数学问题都可以归化为大量的四则运算。看起来运算量增大了，但运算器进行四则运算的速度是非常快的，不论多么复杂的数学问题。都能迅速地解算出来。

电子计算机的另一重要组成部分存储器。它相当于日常计算时用的纸和笔，是计算机的记忆部分。现在一般利用磁心、磁膜、磁盘、磁鼓等来组成存储器，它象磁带录音那样“记住”计算过程的程序和所需的数据等。根据需要，存储器把这些数据和运算次序迅速地提供给运算器和计算机各部件使用。电子计算机要能够处理各种各样的问题，要求存储的容量越大越好，工作速度越快越好。但是，要制造容量既大速度又快的存储器，还是很困难的，所以一般电子计算机具有内、外存储器。内存储器又称主存储器，存放常用的数据和程序，与运算器直接联系，工作速度较快。外存储器又称辅助存储器，存储容量很大，工作速度较慢一些，所存放的数据和程序，在需要时成批取用。这样协调使用，解决计算机速度与容量的矛盾。

计算机有了运算器、存储器，还需要有控制器。它的任务相当于起一个计算员的作用，使计算机能在适当时候运用所需数据进行适当的运算和操作。在整个计算过程中，它按照人们事先规定的程序，向计算机各部分发出控制信号。控制信号的功能一般分为两种。其一是指挥机器何时进行某种操作，另一是指从存储器的那些存储单元中取出所需的数据，并给那些存储单元传送计算结果。可以说，控制器是整个计算机的指挥中枢。

怎样将人们所要计算的任务和数据告诉计算机以进行计算呢？怎



图一　电子计算机的组成原理图(中间部分为存储器)

样在计算机完成计算任务后把计算结果告诉人们呢？这便是计算机输入输出设备的任务。换句话说，输入设备用来把人们的语言译成计算机的语言，使计算机按人规定的要求工作。而输出设备则是把计算机的语言译成人的语言，使人们明了计算的结果。

计算机的语言

什么是计算机的语言呢？它的语言很简单，只用0和1两个符号表示。电子计算机是由电子线路组成的。可以利用电流通过或没有通过，脉冲的有无或电位的高低等两种物理状态来表示1或0（图二）。究竟怎样用0和1两个符号来计数呢？

我们习惯的十进制是用0到9十个符号计数，逢十进一；而电子计算机则用0和1两个符号计数，逢二进一，这就是二进制。让我们用十进制和二进制做几道简单的加法算题如下：

十进制	二进制
$1+1=2$	$1+1=10$
$2+1=3$	$10+1=11$
$2+2=4$	$10+10=100$
$7+3=10$	$111+11=1010$

从以上的例子可见，二进制的加法十分简便，只有四种可能性：0+0=0；1+0=1；0+1=1；1+1=10。

在二进制中，一加一等于二；逢二进一，写成10，三写成11，四写成100，七写成111……。于是，任何十进制的数，都可以用二进制“0”和“1”两个符号不同排列组合来表示，请看下列对照表：

数字	十进制数码	二进制数码
一	1	1
二	2	10
三	3	11
四	4	100
五	5	101
六	6	110
七	7	111
八	8	1000
九	9	1001
十	10	1010

要表达控制计算机操作的指令，也可用“0”和“1”两个符号的不同排列组合来表示。例如用0 1表示加法，1 0表示减法，1 1表示乘法等。这些符号的编码都是我们依据计算机情况编定的。只要在计算机整个工作过程中都用同一套编码，就不会出错。这样，只要利用“0”和“1”符号不同的排列和组合就能把人的语言译成计算机的语言。

怎样使用计算机

电子计算机制成后，只是一架可以运算、有记忆能力、并能将人的语言译为计算机的语言（由0和1符号组成）的电子机器。至于计算机要作何种运算以解决一个实际问题，还要靠程序设计人员编制解题的程序。可以说，程序设计人员是电子计算机的“教师”，他们编制程序，教计算机去进行一些人们已能充分掌握其严格数学规律的工作。计算机没有程序系统，没有经过“教导”是不能起作用的。

就拿飞机导航计算机对飞机自动导航为例来说。要计算机实现自动导航。就需要事先在计算机存储器中放入一套完整的、根据导航原理经过精心编制的导航程序，即把导航计算公式、运算步骤和数据，还有控制各部分操作的指令都存入存储器。计算机按规定程序进行计算，每隔几秒钟给出飞机的瞬时所在位置（用经度、纬度表示），飞行的距离，离目的地尚有多少距离等。还给出飞机应向何处飞行的航向角，自动送进自动驾驶仪，操纵飞机飞向目的地。

如果要计算机担负其他工作，就必须编制另外的一套程序，来“训练”计算机。人们对哪种工作的规律掌握得愈严格，愈清楚，程序编制得就愈精细，愈合理，计算机的工作便可以执行得愈迅速、愈准确。否则，就会出现问题和错误。所以说，电子计算机只是使那些有严格数学规律可循的部分脑力劳动实现机械化、自动化而已。电子计算机不可能代替人的全部脑力劳动，更不可能代替人的创造性工作。即使有些工作，我们已掌握了其严格的数学规律，要教会计算机去完成。也不是件容易的事，因为电子计算机的记忆能力和运算能力虽然很强，但从客观事物不断发展，人的认识能力也不断深化的角度来看，它永远也不能与人脑相比拟。电子计算机能力再强，终究只是人的工具而已。

	1		0
合上		断开	
亮		暗	
有		无	
高		低	

图二 利用电流通过或没有通过，脉冲的有无或电位的高低等两种物理状态来表示1或0。

·陈肇和插图·

何谓"多弹头分导重返大气层"?

今天，主要是美苏两个超级核大国争霸。它们天天喊裁军，实际上天天在扩军。它们加紧研制和改进现有核武器及其运载工具。"分导式多弹头"的出现，就是美苏扩军备战竞争的结果。

去年六月，美苏两国出于他们争霸世界的需要，既争夺又勾结，签订一个所谓防止核战争"协定"。苏联领导人对这个协定大吹大擂，把它说得天花乱坠，说什么这个协定是"世界和平的巨大里程碑"，妄图欺骗世界舆论。但是，据报道，这个"协定"的墨迹未干，苏联就加紧进行地下核试验，加速发展起"分导式多弹头"来了。美国也不甘示弱，它国内纷纷叫嚷要花更多的钱，改进核武器及其运载工具。美苏两国拚命争夺核优势，说明它们谈判是假，争夺是真。它们之间的你争我夺愈演愈烈，这就是当前世界不得安宁的根源。

列宁指出：**"帝国主义是无产阶级社会革命的前夜"**。美、苏两霸内外交困，日子越来越不好过，已处于"无可奈何花落去"的境地。它们的核武器再多，也吓不倒世界各国人民。

什么叫"分导式多弹头"

那么，究竟什么叫"分导式多弹头"呢？我们就从这谈起吧。

近十几年来，攻击战略要地的洲际弹道导弹的命中精度不断提高，弹头的威力也不断加大。有矛就有盾，因此，专门拦截弹道导弹的所谓"反弹道导弹防御系统"也相应地发展起来。为了对付这种防御系统，弹道导弹又采用了许多"突防技术"，以图躲开反弹道导弹防御系统的拦截进入攻击目标区。反过来，针对突防技术的发展，防御系统对其突防手段的预警、识别和拦截技术又有所提高。这样，导弹和反导弹，"突"与"防"的技术手段也就不断得到发展。

新闻里的飞行器

随着反弹道导弹防御系统的不断发展，弹头已不能可靠地攻击预定的目标了，因此，作为突防手段之一的"多弹头"就出现了。

多弹头的概念始自六十年代初期。就是一个大的母弹头中装有一簇小的子弹头，当母弹头飞到一定地点后就将这一簇子弹头放出，奔向各自的目标。

导弹采用多弹头以后有如下几点好处：一是弹头多，使敌方反弹道导弹不大可能同时拦截所有来袭的子弹头，提高了突防能力。二是在总威力相同的情况下，子弹头是分散爆炸的，如果其落点控制的好，会产生比单一弹头更大的攻击效果。三是多弹头较为灵活，可以集中攻击一个战略目标，也可以同时攻击几个军事目标。

多弹头导弹的分类

多弹头可分为两大类。一类叫作"散弹式多弹头"。另一类叫作"分导式多弹头。"

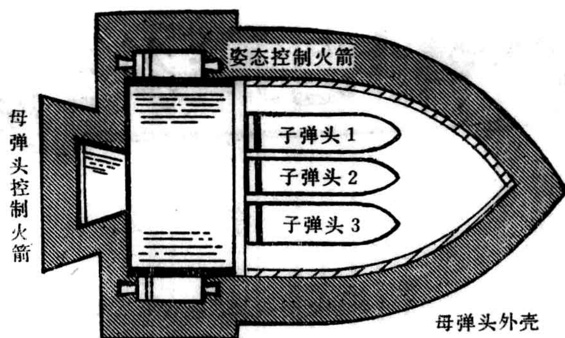
散弹式多弹头的特点，是母弹头和子弹头都没有制导也不能做机动飞行，它的所有的子弹头都散布在单一的弹道附近一个小范围内，因此所有的子弹头只能共同攻击一个区域性目标。子弹头的释放是这样的：即在主动段终点，母弹头脱离运载火箭之后，到达某一预定点，就按顺序飞一段距离释放一个子弹头，直到投完为止。一簇子弹头便以这种方式投在彼此间相距数公里或数十公里的目标上（如题头所示）。这种投放方式简单，但灵活性差，命中精度也较低。

分导式多弹头的特点是母弹头或子弹头有制导，能做机动飞行，因此各子弹头都有自己的攻击目标。它又可分为两类：一类是母弹头可制导，而子弹头没有制导，也不能作机动飞行，这是一种目前已装备了导弹的初级的"分导式多弹头"（见图一）。再一类是不但母弹头可以制导，子弹头也可以制导，并能做机动飞行。这是一种正在研制中的所谓"真正的分导式多弹头"。

"分导式多弹头"又叫作"多弹头分导重返大气层"的武器系统。它的初级形式就是当母弹头与运载火箭分离后，母弹头上带的叫做"末助推控制系统"的小型动力操纵装置就开始工作，修正弹道主动段的发射误差，按预定程序对母弹头的速度和方位做精细调整，然后顺序地投放子弹头。子弹头被投放后，不再进行制导，而是按惯性飞向预定的目标。每投放一个子弹头后，末助推控制系统还可以使母弹头做机动飞行，

改变弹道，重新调整母弹头的速度和方位，再投放下一个子弹头。子弹头投完后，末助推控制系统还能使母弹头以某一预定轨道再入大气层来欺骗对方的防御系统，让真正的核子弹头更易于突破对方反导弹防御系统的拦截。（见图二）。

为了进一步加强突防能力，提高弹头的命中精度，加大母弹头释放出来的子弹头间的距离，就需要每一个子弹头都具有自己的制导系统和做机动飞行的装置，也即是前面讲过的“真正的分导式多弹头”。它是初级形式的分导式多弹头向高一级的发展。



图一　初级的分导式多弹头示意图

多弹头导弹的制导

洲际导弹做为一种攻击战略目标的武器，不管它装的是单一弹头还是多弹头，都希望它的有效载荷即弹头的重量尽可能地大。因为这意味着有可能增大弹头的威力或子弹头的数目。但提高攻击效果光靠加大弹头的威力还不够，更重要的是提高弹头的命中精度和突防能力。

对于普通的单一弹头的导弹来说，要提高它的命中精度，主要地是通过提高火箭制导系统的精度来达到的。这种导弹攻击目标准确与否，主要地取决于弹道主动段终点导弹的速度及方位等弹道参数控制得精确与否。制导系统的精度高，就可以保证获得较为精确的主动段终点的弹道参数。

为了提高突防能力而采用分导式多弹头时，很可能因为母弹头或子弹头做机动飞行，而使导弹主动段终点所获得的精度大受损失，甚至全部失掉。这时，就需要在主动段结束后能继续对弹头进行制导，即要有“中段、末段制导”。有了中段、末段制导，还可以降低对主动段终点精度的要求。所以，除了继续提高制导系统的精度外，采用中段制导和末段制导也是提高导弹命中精度的重要途径。

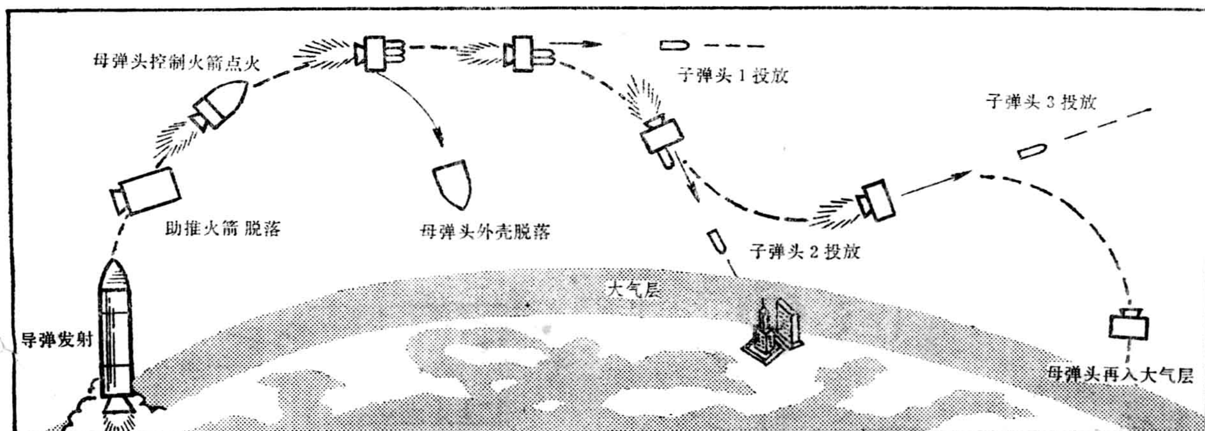
“中段制导”可以在改进现有制导系统的精度后，沿用主动段的制导系统，比方说用惯性制导系统。现在正在研制的一种中段制导系统，是利用星光进行制导来校正主动段的误差，校正导弹在中段飞行的弹道。

“末制导”也是搞出真正的分导式多弹头的主要关键。要求它能在弹道末段，即子弹头投放后通过诸如惯性制导及其他自动寻找目标装置，更精确地将子弹头引向各自的目标。

制导系统是导弹上带有关键性的一部分，也是相对地比较脆弱的一部分。它既要保证导弹的命中精度，又要不致因弹头做剧烈地机动飞行而失效，考虑到对方的反弹道导弹大都是带核弹头的，就尤其要使制导元件有抗核爆炸效应的能力。而且为了使导弹的有效载荷尽可能地大，就希望弹上的其他装置，其中包括制导系统尽可能地小些、轻些。为此，目前制导系统的研制大都朝小而轻，坚固而可靠方面努力。

虽然洲际导弹技术上比较先进、复杂，但它的规律是可以被掌握的，它的作用也是有局限的。绝不象美帝、苏修吹嘘得那样神乎其神。

本栏解说：章国栋　插图：杨承德



图二　多弹头分导重返大气层武器系统示意图

喷气推进原理

宁 日 光

在天空翱翔的飞机，直冲云霄的火箭，都必须依靠喷气发动机产生的推力，飞机还需要机翼的升力，才能飞上天去。喷气发动机是怎样产生推力的呢？

喷气推进就是利用喷气射流的反作用力造成推力。在谈喷气推进原理之前，先做一个小实验。

参看左下图，在自行车脚蹬子上紧紧地绑个起花（土火箭）。点着起花。喷出一股烟火（热气射流）。脚蹬子立刻飞快地转起来。注意观察，转动的方向与喷气方向相反。这说明沿圆周切线有个力量推动脚蹬子转动。

再绑上个同样的起花。在绑起花的对称位置上拴根钢丝，把钢丝套在弹簧秤钩子上。点着起花喷气。因钢丝拉住脚蹬子不能转了；但弹簧秤上可以读出喷气所产生的推力。

这试验证明：有喷气则有推力，推力与喷气方向相反。

喷气射流与推力

踩瘪了的乒乓球，只要没破，用开水烫一烫，会自己鼓起来。这说明乒乓球内的气体受热要膨胀。

拔出气门塞，自行车带会嗤嗤地放气。这说明带内高压气体要膨胀。

所以，只要条件具备，高温、高压气体本质上总要膨胀成射流。起花壳体足够坚固，爆不破；尾端有喷口引导喷气成射流，是必要的条件，是外因。火药激烈燃烧变成大量高温、高压气体是内因。

想象火箭壳体内一瞬间的压力分布情况如右下图所示。

火箭壳体内燃烧气体的温度和压力很高，有的温度高达摄氏三千度，压力可达二百个大气压。壳体内垂直于轴线方向的气体压力自己平衡。因为喷口射流泄压，沿轴线方向压力不平衡。这不平衡压力的合力，推动壳体前进。所以，推力实际上是壳体内壁沿轴线所受不平衡压力的合力。推力究竟有多大，与哪些因素有关系呢？

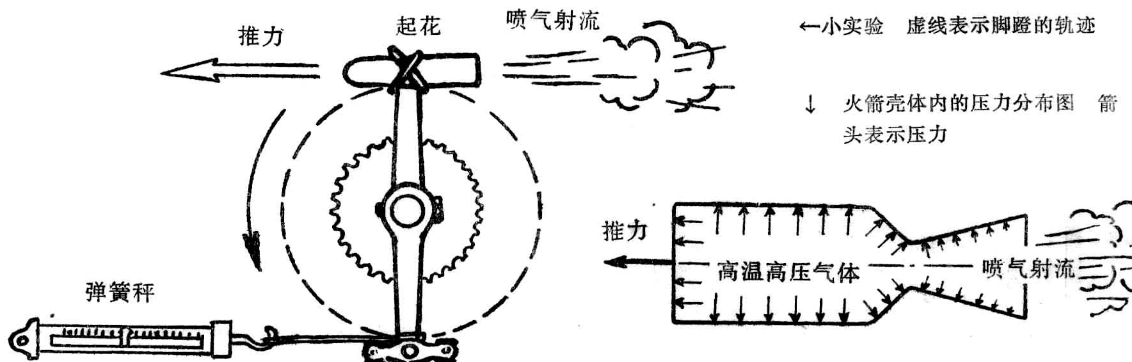
先谈谈物体的重量和质量。物体的重量用G表示，物体的质量用M表示。重量是地球吸引物体下坠的力量。物体的重量G与其质量M成正比，质量越大，重量也越大，这个比例常数是重力加速度，用符号g表示，所以$M=G/g$。

从牛顿第二定律知道，作用在物体上的力等于该物体的质量乘物体所获得的加速度。假设火箭壳体内，气体的质量为M，初始速度等于零，由于火箭壳体内壁的压迫力作用在气体上，经t秒钟后，使气体的速度增加到喷口射流速度V。那么，质量为M的气体沿轴线的平均加速度（用符号a表示）是：$a=(V-o)/t$。火箭壳体内壁对气体的作用力（用符号F表示）可以用下面的公式来计算：

$$F=Ma=M\cdot v/t=(M/t)\cdot v$$

气体对内壁的反作用力就是火箭的推力，与作用力F大小相等，方向相反。所以，喷气发动机的特点，就是它们的推力都是利用喷气射流的反作用力产生的。

从公式看出，火箭每秒喷出的气体质量越多，射流速度越快，推力就越大。大型火箭起飞时每秒钟能喷出上吨重的气体，射流速度可达每秒两千米以上，故能发出几百吨的推力。



←小实验　虚线表示脚蹬的轨迹

↓　火箭壳体内的压力分布图　箭头表示压力

涡轮喷气发动机的推力

火箭自带燃料和氧化剂，火箭发动机本体只有燃烧室和喷管，燃烧后即产生高压高温气体射流。而涡轮喷气发动机则需要压缩的空气与燃料燃烧才能产生高温高压气体，喷出射流而得到推力。所以必须有进气道和压气机先提高空气的压力。为了带动压气机旋转必须有涡轮。右下图是涡轮喷气发动机示意图，按构造和气流变化过程分成五大段：

冲压进气　设飞机以速度 V_0 飞行，迎面大气就以 V_0 速度每秒钟冲进来 G_0 公斤空气。那么，每秒钟冲进发动机的空气质量是 $M_0/t=G_0/g$。

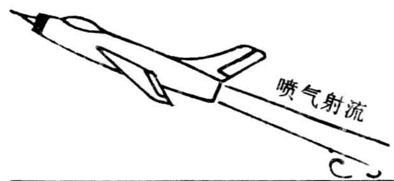
轴向压缩　进入发动机的空气被轴流式压气机（类似风扇）的叶片向后搧，压缩到最高压力 p_2。压气机出口压力与进口压力之比（p_2/p_1）叫增压比，在燃烧温度增加的情况下，增压比越高越好。目前，有些发动机的增压比大于或等于23。

喷油燃烧　在空气内喷煤油燃烧，对气体加热。到燃烧室（旋风火炉）出口，气体的平均温度达到摄氏一千度。并且越高越好，但应避免烧坏涡轮叶片。目前发汗冷却式高温合金涡轮叶片已能忍受摄氏一千四百度的高温。

膨胀做功　高温高压气流冲击涡轮叶片，膨胀做功，保持涡轮高速旋转（类似风车）。转速大约可达每分钟一万转。涡轮轴与压气机轴联接在一起。所以只要涡轮不停地旋转，压气机就连续地压气。

膨胀喷气　经过涡轮膨胀后气体的温度和压力仍比外界大气的温度压力高得多，有尾喷口引导，所以喷气成射流。气体速度增加到 V_5。只要飞机带足够的煤油，不停地燃烧，涡轮不停地转动，就可以保持不停地喷气。目前涡轮喷气发动机可以连续喷气几个小时，有的甚至能够连续喷气十几个小时。

从喷气射流与推力一节中，我们得出作用在火箭壳体上的推力等于每秒钟喷出的气体质量乘上喷口的射流速度。在涡轮喷气发动机中，每秒钟冲进来的空气质量 G_0/g 与喷出的气体质量 G_5/g 相差很小，可以认为 G_5 与 G_0 大约相等。另外，空气冲进发动机时有初始速度 V_0，而不象火箭发动机内那样 $V_0=O$。我们用符号R表示推力，可以近似地得出：

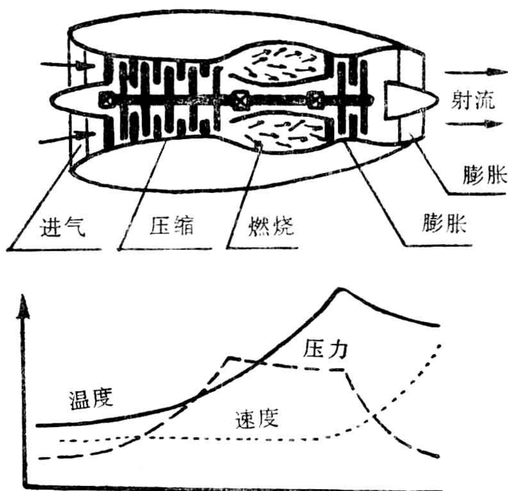


飞机利用喷气射流产生的推力起飞

$$R\approx\frac{G_0}{g}(V_5-V_0)$$

因此，必须在排气速度大于飞行速度的情况下，涡轮喷气发动机才能发出推力。地面刚起飞或在台架上试验时，$V_0=O$，所以静推力：$R\approx(G_0/g)\cdot V_5$。

目前某些大型涡轮喷气发动机的进气量为每秒100～200公斤，喷气流速为每秒600～900米，静推力达6000～18000公斤。这样大的推力克服空气及地面对飞机的阻力而有剩余，飞机加速滑跑，机翼产生的气动升力大于机身重量，飞机就很快地升空，见右上图。



左图　涡轮喷气发动机示意图　图中表示出气流变化过程，以及气体的温度、压力和速度在发动机内的变化情况。

火箭及涡轮喷气发动机各有各的用途

火箭自已携带燃料及氧化剂，在燃烧室内燃烧，从喷管喷出，产生推力。大型多级火箭发出的推力可以使宇宙飞船不断加速到摆脱地球引力的速度，使宇宙飞船离开地面一千多公里，远远冲出稠密的大气层而进入宇宙空间。但是火箭喷气时间太短，短到不过几十秒钟。所以不适用于喷气飞机。

飞机在大气圈里靠机翼升力及涡轮喷气发动机的推力飞行。空气中含氧气百分之二十一，随时到处都有，可以利用。但是飞行速度不能等于喷气速度，否则就没有推力了，而火箭却不受这个限制。有射流就有推力，只要推力大于阻力，就可以连续加速。

·张泰昌插图·

泡沫塑料模型飞机



汪耆年 刘秉慧

随着教育革命的深入发展，为了丰富同学们的课外生活，很多学校成立了课外活动小组。开展航模活动的学校及做飞机模型的同学越来越多。但是由于当前航模器材需要量大，对开展这一活动受到一定影响。

我们经过一段时间的摸索，找到了一种代用木材——聚苯乙稀硬泡沫塑料。用这种材料制作飞机模型比用木料制作飞机模型要简单的多，性能、强度也比较好，具有质量轻，容易加工，胶合简单等优点。

现将泡沫塑料的加工与模型的制作介绍如下：

1.泡沫塑料的切割：市场上出售的泡沫塑料都是很厚很大的，或者是不规则的，不能直接应用，经过加工才能变成我们所需要的各种形状。现介绍一种切割泡沫塑料的工具。

用一根直径0.2毫米右左的电阻丝，如没有电阻丝普通钢丝也可以。和一个220/6—36伏，3瓦以上的变压器。用木板或胶木板做一电阻丝架，将电阻丝张紧固定在上面，如图一。再用木板做一底盘，如图二。

把电阻丝架与底盘固定在一起，电阻丝两头接出两根导线与变压器次级线圈相接，变压器的初级线圈接交流220伏电源。为了保证安全可把变压器安放在木盒内。在底盘的缺口上按一定的尺寸，锯槽便于调整。

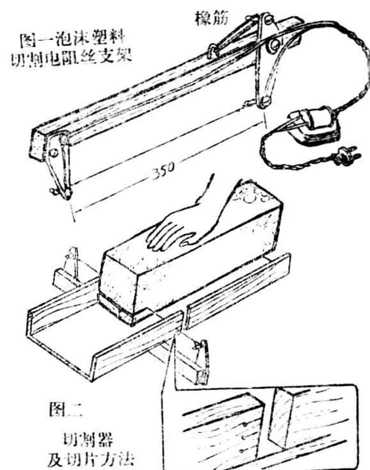
泡沫塑料切割器做好了，在切割前先要把大块的泡沫塑料按图纸的长度宽度要求用钢锯条锯成小块，然后拿到泡沫塑料切割器上进行切薄，切时可根据图纸要求的厚度调正电阻丝的高低，如没有合适的刻度，可在待切的泡沫塑料下面垫上一定厚度的木板或其它东西，直到能切出所需厚度的泡沫塑料薄片。

切割泡沫塑料时电阻丝不能烧红，温度不宜过高，否则会把泡沫塑料烧化，得不到表面光滑的材料，如果电阻丝温度过低，切割时速度就很慢。切时把泡沫塑料平放在底盘上，用手压住，以均匀的速度向前推，如速度过快，切出的泡沫塑塑表面就会出现鱼鳞状的痕迹，如推的速度不均匀或者太慢，就容易出现沟痕。

2.加工方法：经过切割后的泡沫塑料薄片就成了我们制做飞机模型的原材料了。利用这些薄片可以加工成各种零件，组装出各种飞机来，加工零件时可用刀子切，切泡沫塑料需要较薄的刀子，如刮胡子刀片或者手术刀片，刮胡子刀片也有一定的缺点，因两面有刃容易割手，可用旧沾水钢笔或废圆珠笔杆做一个柄按上就很好用了。

泡沫塑料可用细木锉及细砂纸打磨，打磨时不要用力过猛。胶合剂用巨醋酸乙稀乳液，俗称白色乳胶，化学胶能溶解泡沫塑料，因此不能用化学胶粘。

二、简易泡沫塑料牵引模型滑翔机的制作：



图一 泡沫塑料切割电阻丝支架

图二 切割器及切片方法

1.机翼：机翼由两个端翼和一个中翼组成，为提高滑翔性能，将机翼做成凹凸形。为了保证强度在中翼加一截面为3×5毫米的木条翼梁见图三。

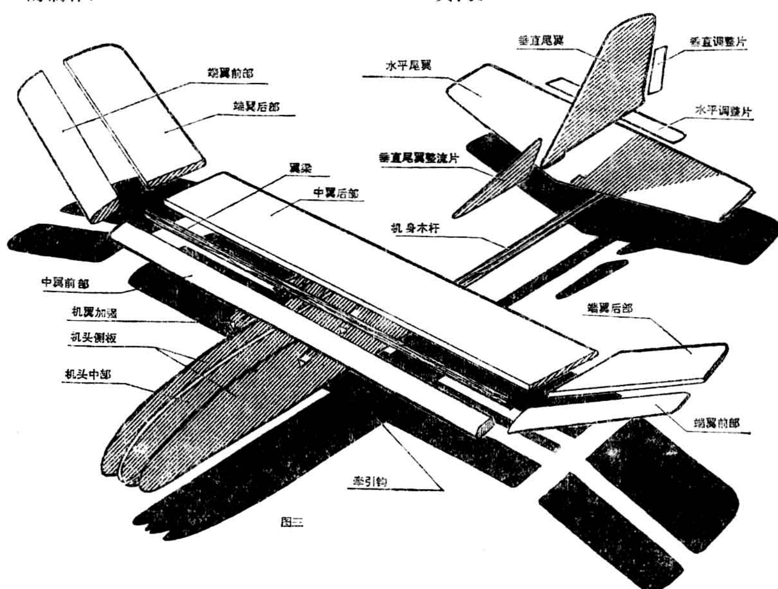
制做步骤：

(1) 用白板纸按机翼截面做两个翼肋样板。

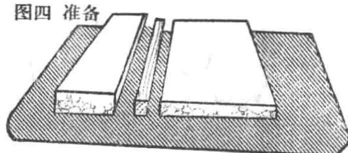
(2) 切出前后两块泡沫塑料，把与翼梁相胶合的侧面切斜，并按翼肋样板的弯曲程度将前后两块与翼梁木条胶合在一起。如图四、五、六。

(3) 把翼肋粘在机翼中段的两侧，然后按翼肋样板进行打磨。如图七。

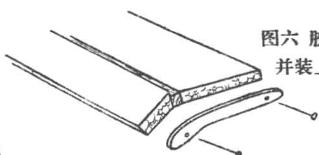
(4) 两个端翼是由前后两块泡沫塑料直接胶合而成，不加翼梁，做法与中翼同。



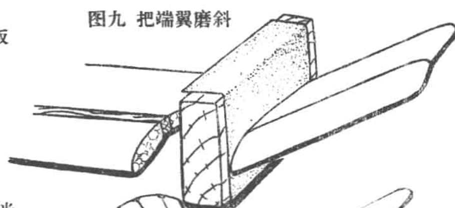
图三



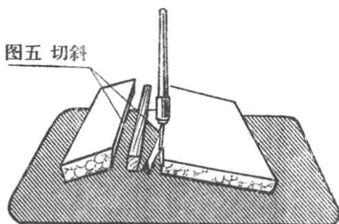
图四 准备



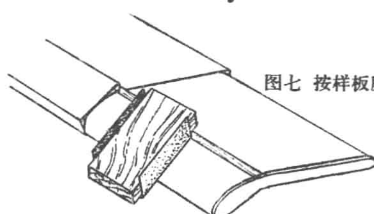
图六 胶合 并装上翼肋样板



图九 把端翼磨斜



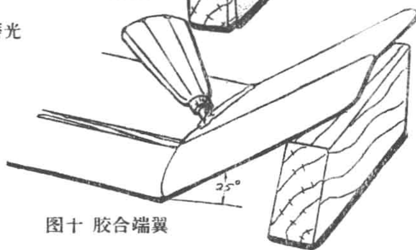
图五 切斜



图七 按样板磨光



图八 准备装端翼



图十 胶合端翼

(5) 将端翼与中段胶合的一面稍稍磨斜，然后粘住，并使其与水平面成25度角，用木块支住等其胶干。如图八、九、十。

2.尾翼：见图三。由水平尾翼和垂直尾翼两部分组成。用厚5毫米的泡沫塑料按图上要求画出外形，切下后将前后椽打磨成圆角。为便于胶合，把垂直尾翼的底边，切去和水平尾翼宽度、厚度相等的一条，然后把垂直尾翼粘到水平尾翼的中线上。

为了便于调正，在水平尾翼和垂直尾翼的后面中间切一槽，把图画纸做的调正片塞进去粘住。

3.机身：按工作图用白板纸准确的做两块机头侧板，以保证机翼安装角度的正确，把泡沫塑料的机头中部与机身木条胶合起来，再把侧板粘在机头两面。

4.总装配：见图三。

三、调正试飞：

1.试飞前的检查调整：模型做完后，首先要检查各部分安装的相互位置，机翼、水平尾翼是否平行、对称，有没有偏斜、扭曲变形等毛病，机翼的安装角是否合适。最后检查重心位置。用手托住重心位置处。看飞机前后是否平衡。如机头抬起来，说明头轻，可在机头前加重，如机头低下去，说明头重。可减轻机头重量或在机身后部加重，直到平衡为止。

2.手投试飞：用右手拿机身中部，机头稍向下倾，迎风轻轻投出，观察模型的飞行状态。见图十一。

如机头向上飞机呈波状飞行，则可把水平尾翼后部的纸片向下稍稍弯一点。如图十一A。

如机头向下扎可把水平尾翼后部的纸片向上稍稍弯一点。如图十一B。

如飞机向左或向右转弯则可把垂直尾翼后面的纸片向相反的方向稍折。如图十一C。

直到飞机能很平稳的向前滑翔为止。

3.牵引试飞：牵引技术的好坏对模型飞机的飞行成绩有直接的关系。在牵引试飞时尽可能找一个大的场地如大足球场、河滩、没有种庄稼的田野等。四周最好没有树木，以防把飞机碰坏。

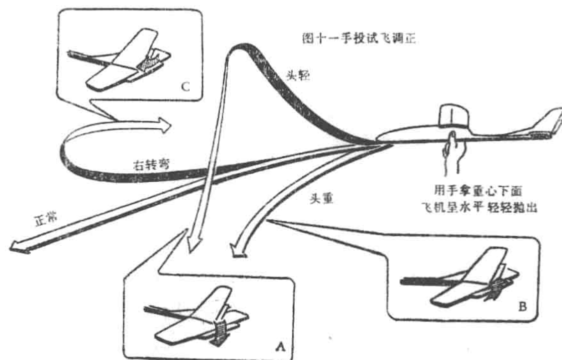
牵引线可用较粗的缝衣线，还需做一个牵引线盘。如没有线盘也可用放风筝的线轴代替。放飞模型要在无风或微风的情况下进行。

牵引时要两个人配合进行，一个同学在前边拿着线盘，准备牵着飞机往前跑，另一个同学拿飞机并把牵引线挂到飞机的牵引钩上，初学者可用较短的线（约二十米）进行练习，牵时要逆着风跑，跑的速度要适中，速度过快飞机上升急，容易折机翼，速度过慢飞机升不起来。

放飞时，后边拿飞机的同学跟着前面牵引的同学跑几步以后，感到飞机有些升力时，就可松手让飞机自由爬升了。如图十二。

牵引的同学把飞机牵引一定的高度后，飞机不在向上爬了，这时就可放慢跑的速度，放松牵引线，让飞机脱钩，转入滑翔。

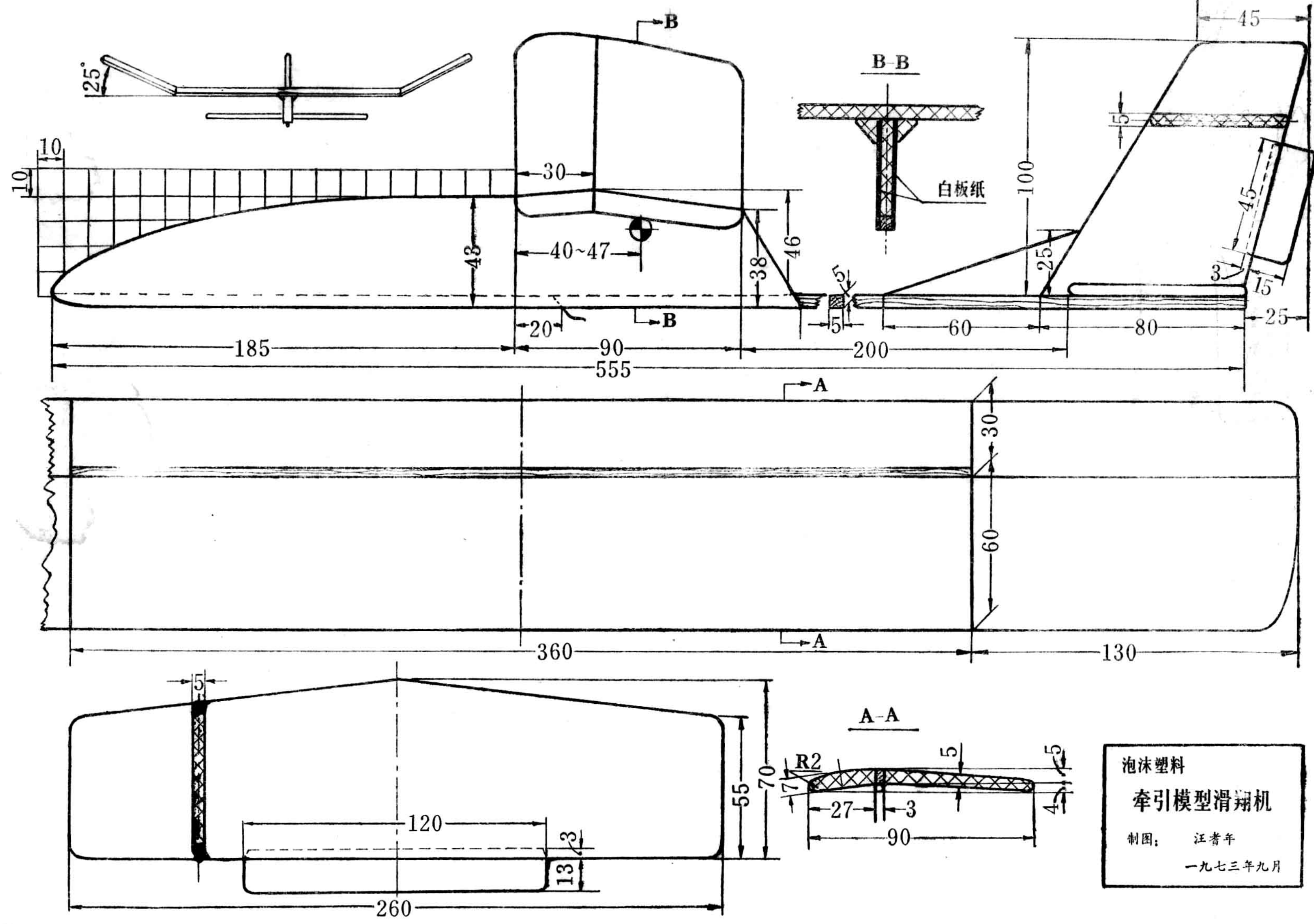
泡沫塑料模型飞机的种类还很多，这里先介绍一种最简单的供初学者参考，也希望大家在实践中创造出更多更好的经验来。



图十一手投试飞调正

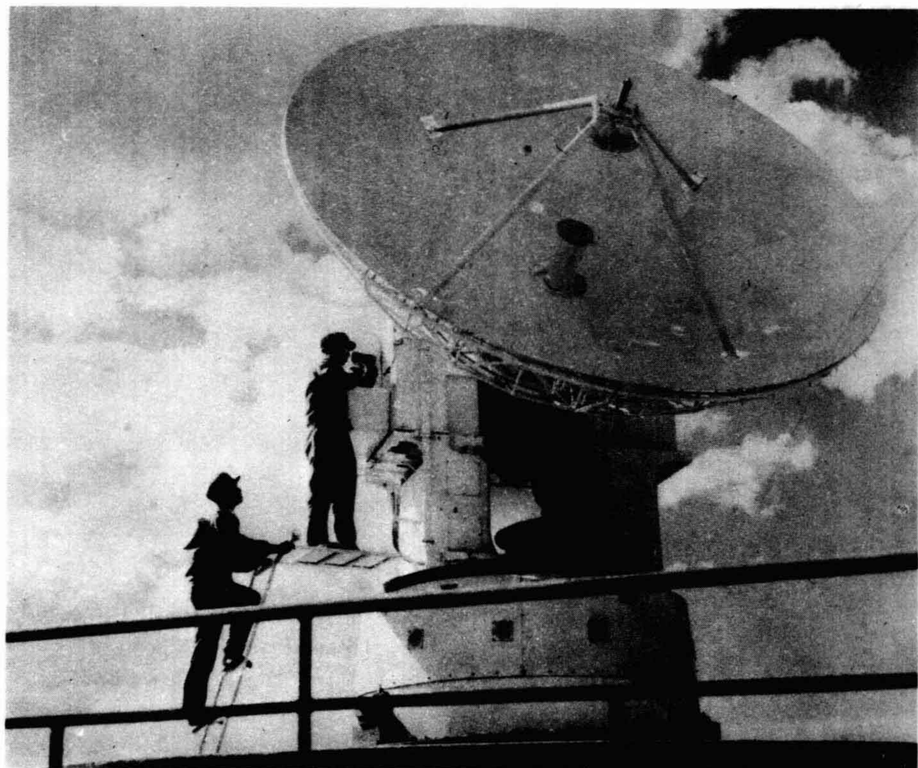


图十二牵引飞行


泡沫塑料
牵引模型滑翔机
制图：
一九七三年九月
A-A
B-B
白板纸



摄·影·新·作



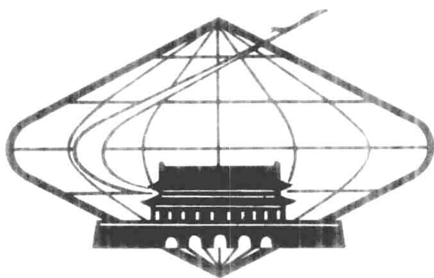


Hangkong Zhishi

航空知识

2

1974



我爱千里眼

徐东林　摄影

毛主席语录

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

航空知识

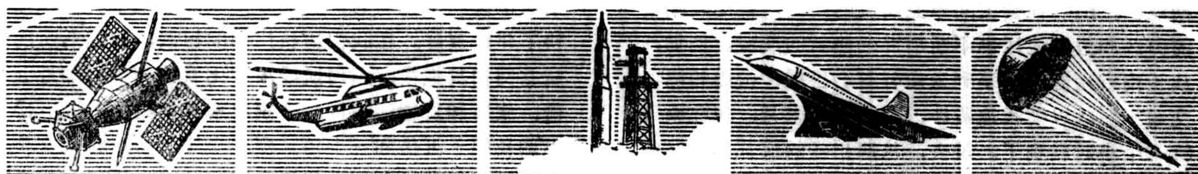
一九七四年二月号目录　二月一日出版

在这一期

在毛主席革命路线指引下，我国民航事业获得很大发展。任光军同志写的《展翅万里为人民》一文，向读者介绍了民航广大职工在无产阶级文化大革命和批林整风运动推动下，努力做好工作，**为全中国人民和全世界人民服务**，革命和生产所呈现出的一派蓬勃兴旺的景象。

本期发表的《当高空停车的时候》一文，报道了空军某部两位共产党员的先进事迹；《空中停车与飞行安全》一文，则从技术知识的角度，解释了发动机为什么会在空中停车的原因。滑翔是一项很有意义的航空运动项目，本期有专文介绍它的一般情况和基础知识。此外，本期用了较多的篇幅，介绍通信、导航、电器以及工艺加工等方面和航空及空间活动密切有关的技术发展。

编辑　中国航空学会航空知识编辑委员会
出版　航空知识杂志社
地址：北京市学院路
印刷　北京新华印刷厂
北京胶印厂
发行　北京市邮局总发行，全国各地邮局订购
代号：2-410　印数：213,500　定价：0.20元





展翅万里为人民

——谈谈我国民航事业在毛主席革命路线指引下的蓬勃发展

中国民用航空总局 任光军

我国的民航事业，在无产阶级文化大革命和批林整风运动的推动下，革命和生产呈现出一派蓬勃兴旺的景象。目前，已经开辟了八十多条国内航线，四条国际航线，同一百多个国家的航空公司建立了商务代理和业务往来关系。我国民航飞机已经到过世界五十多个国家和地区，密切了我国人民和世界各国人民的友好往来。我国民航还积极发展各种专业飞行，支援农业、工业、林业和矿业等国民经济各部门的发展。民航广大职工，在党的十大精神的鼓舞下，决心努力做好工作，**为全中国人民和全世界人民服务。**

在无产阶级文化大革命和批林整风运动的推动下，民航广大职工遵照伟大领袖毛主席关于“**思想上政治上的路线正确与否是决定一切的**”的教导，努力学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想，开展革命大批判，狠批刘少奇、林彪一类骗子的修正主义路线，进一步提高了阶级斗争、路线斗争和继续革命的觉悟，使革命和生产呈现蓬勃兴旺的大好景象，正在为祖国社会主义建设，为增进中国人民和世界人民的友谊，努力做好工作，促进我国民航事业的发展。

一

新中国成立后，在党和毛主席的领导下，民航事业得到了迅速发展。目前，全国各地已经有八十多条航线。以首都北京为中心联接着各大城市，又以各省省会为中心，联接各中小城市以及边远地区。东自我国最大的城市上海，西至新疆慕士塔格山下的喀什，南起海南岛的海口，北达黑龙江畔的佳木斯，都有定期航班。随着社会主义事业发展的需要，在比较偏僻的山区和边疆地区也不断增辟一些新的航线。例如，从云南省南部的思茅到云南省省会昆明，山山相隔，交通不便，以前长途跋涉，要走半个来月，现在乘飞机一个小时就到了。过去，从四川省的成都到西藏的拉萨，丛山峻岭，往来交通靠骑牲口，要走半年时间。解放后，党和政府对边疆建设极为关怀，一方面修筑了川藏公路，一方面又在这号称“世界屋脊”和“空中禁区”的西藏高原修建了机场，开辟了航线。坐上飞机只要两个半小时就可到达了，从而大大便利了西藏和内地的往来。西藏人民赞美在这条航线上飞行的班机，是通向北京的“金凤凰”。

新中国民航事业遵照毛主席“**为全中国人民和全世界人民服务**”的教导，想方设法，努力改善经营管理，提高服务质量，以适应国民经济发展的需要，更好地为工农兵服务。我国民航曾经数次降低航空运价，现在从北京到上海的客机票价，比一九五八年前降低了百分之三十五，许多工农兵群众也能够乘坐现代化的交通工具了。工农业建设所需要的物资、器材、精密仪器，也越来越多地通过飞机运送。例如，通过空中运输，内地生产的电机设备运到了拉萨，长江的鱼苗和人工培养的鱼种运到了东北的松花江，新疆伊利的种羊、种马运到了内地，北京、上海的医药用品也送到了祖国的许多地方，从而交流了物资，加快了建设速度。在我们幅员广阔的祖国，四通八达的航空网初具规模，国内航线里程比解放初期增加近五倍，旅客和货物运输量，分别比解放初期的一九五〇年增长四十五倍和三十倍。现在坐飞机的旅客比文化大革命初期的一九六六年增长了三倍多。飞机的班次

不断增加，机型也不断更新。

二

近几年来，民航广大职工在毛主席的无产阶级革命路线指引下，批林整风运动不断深入，揭发和批判了林彪反党集团的罪行，进一步提高了贯彻执行毛主席无产阶级革命路线的自觉性。他们结合斗争实际，认真攻读马列著作和毛主席著作，政治觉悟大大提高。随着毛主席革命外交路线的胜利，与我国建交的国家日渐增多，与我国签订通航协定的国家也愈来愈多。目前，我国已经开辟了四条国际航线，与一百多个国家的航空公司建立了商务代理和业务往来等关系。我国民航飞机已经飞到过世界五十多个国家和地区，密切了我国人民和世界各国人民的友好往来。乘客来往中国与亚洲、非洲、拉丁美洲和欧洲之间，都比较迅速、方便。

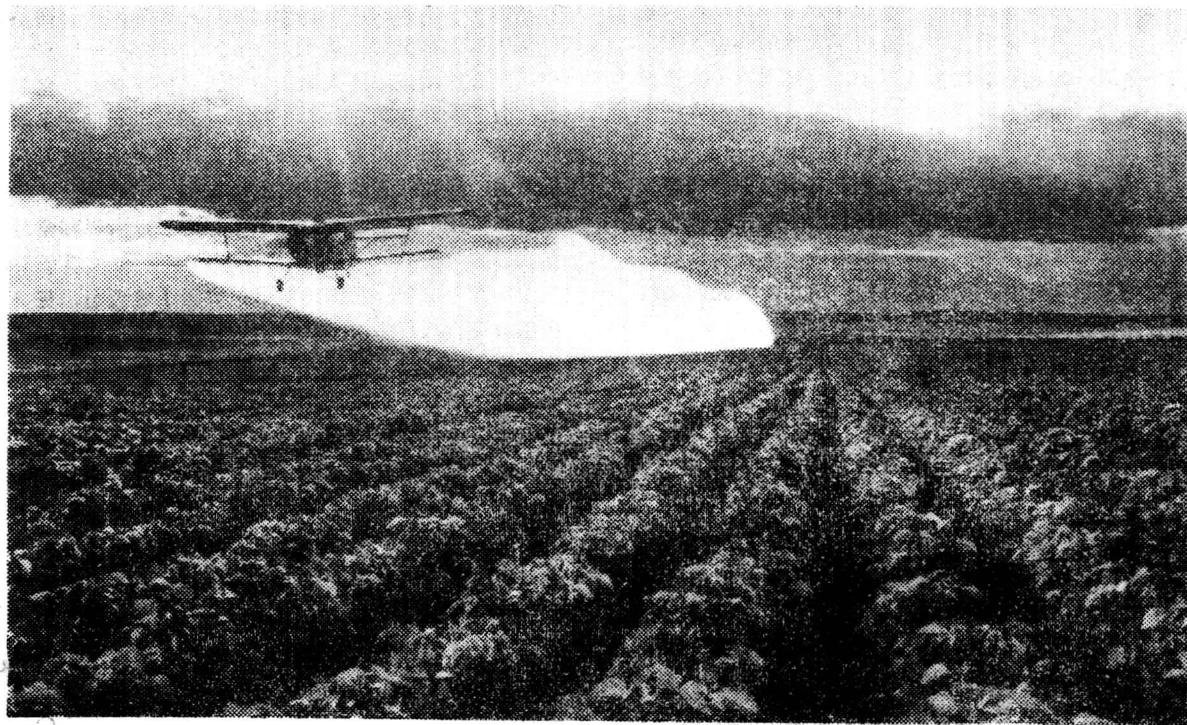
保证安全飞行，是新中国民航建设一贯的指导思想。我国民航从建立开始，广大职工就始终把保证飞行安全作为衡量自己工作质量的重要标志之一。他们深刻认识到，为飞行安全负责，就是为旅客生命、财产的安全负责。因此，整个民航系统，各个部门都制定了相应的规章制度，明确分工，层层负责，飞行人员和各行业人员紧密配合，为保证安全提供了可靠的条件。

三

新中国民航事业从一九五〇年创办，就立足于为社会主义革命和社会主义建设事业以及人民生活服务。民航除了担负交通运输的任务外，还发展了多种多样的专业航空事业。

解放初期，我国民航飞机在我国的东北地区开始巡护森林，揭开了我国专业航空史的第一页。以后，民航用飞机进行航空探矿，航空摄影，航空调查，航空护林，防治农林病虫，播种造林，除草施肥以及人工降雨等，为工业、农业、林业和畜牧业的发展服务。作业地区遍及全国各地。

十余年来，利用装有专门设备的飞机为测绘地形图，进行了大量的航空摄影工作；为探测地下矿藏，又在很多地区进行了航空物理探矿、普查探矿，并为工农业建设测绘地图，协助铁路选线，进行森林资源调查，协助河道整治，为我国工农业发展提供了重要的资料。我国地大物博，有丰富的矿藏。无产阶级文化大革命以来，民航广大专业飞行人员，为了满足国家经济建设对矿产资源的需要，发扬敢想敢闯的革命



上图照片是一架我国国产民航飞机正在人民公社的农田上空喷撒药物的情景。为了提高喷撒农药的效果，飞行人员坚持低空作业。你看，那架飞机飞得离庄稼地多低啊！

精神，飞往祖国的一些边远地区，包括青藏高原，进行摄影探矿，为祖国的社会主义建设做出了新的贡献。

在旧中国，灾荒连年，反动政府从来不加过问。因此，经常出现蝗虫遮天蔽日，造成赤地千里的悲惨景象。解放以后，党和政府经常派出大量的民航飞机，在农忙季节里，协助防治病虫害。从一九五六年到一九六九年，在河北、河南、安徽、山东、江苏等省和新疆维吾尔自治区，用飞机进行了大面积的防治蝗虫。一九六七年到一九七一年的五年中，在黑龙江省使用飞机在麦田喷洒化学除草剂，除草面积累计一千多万亩。去年六月，正当春小麦杨花灌浆的时候，我国西北地区有些县、社，小麦蚜虫、吸浆虫大量繁殖增生，对小麦生长危害很大，民航广大专业飞行空地勤人员积极投入消灭害虫的任务，他们紧密配合有关部门和县、公社、生产大队，不顾疲劳，连续飞行，把大量药物撒向虫害区。在气候多变的日子里，他们注意充分利用可飞天气进行作业，有时清晨五点就起飞，连续工作十多个小时。飞行人员还千方百计克服各种困难，坚持低空作业，使喷撒的药物既不浪费，又能更有效的杀死害虫。民航兰洲管理局去年支农飞行达两千八百多架次。去年一年，民航飞机为农业飞行，与解放初期相比，增长了三十多倍，对农作物、草原、森林的病虫害，进行了大量的防治工作，防治效果一般达百分之九十以上。每架飞机一天所撒下的药粉，可防治一万五千多亩病虫害，相当一千个社员使用背负式喷粉器的工作量。

由于专业飞行在支援农业生产方面符合多快好省的要求，受到了工农业生产部门和广大人民公社社员的欢迎。广大贫下中农深有感触地说："过去国民党反动派的飞机扔炸弹，杀害老百姓；现在，人民的飞机能替庄稼打药水，杀虫害，增产粮食。"

民航飞机还在我国东南、西南和内蒙古等辽阔的边疆地区，进行大规模的播种造林，许多荒山秃岭，现在已是一片苍翠。

四

随着工农业生产和民航事业发展的需要，国家对民航事业建设作了巨大的投资。在解放前的旧中国，根本没有一个象样的飞机场，即使有几个小机场，也不是自己设计、施工建设的。解放后，国家为民航培养了一批又一批的机场建设专业人员，他们遵照毛主席关于发扬**"艰苦奋斗，自力更生"**的教导，新建、改造和扩建了许多机场。一九六四年，在不到一年的时间内，同时完成了上海虹桥机场和广洲白云机场的扩建任务。一九六九年，又在甘肃兰洲新建了一个大型机场，加强了首都与我国西北地区的联系。去年，又扩建了新疆乌鲁木齐机场，并不断增加民航机场的现代化设备，以适应发展的需要。

我国民航还设有专门的航空学校，培养飞行人员和其他技术人员。学员们在学校里，学政治，学技术，树立了**"为全中国人民和全世界人民服务"**的思想。许多飞行员发扬了艰苦奋斗的精神，勤学苦练，在较短的时间内，较好地掌握了复杂气象和夜间的飞行技术。他们对国家和人民生命财产具有高度负责的精神。为了杜绝飞行事故的发生，他们在每次飞行前总是把各种困难设想得多一些。对飞行航线、备降机场和天气情况进行了全面分析，对于可能发生的情况，预先订出处置方案。这样，他们在执行每次飞行任务的时候，都能从最坏的情况着想，作好几手准备，一旦情况变坏，就不致于陷入被动。由于机组人员具有高度负责的精神和良好的驾驶技术，保证了飞行的安全，并较好地完成了远洋飞行和其他复杂的飞行任务。

许多在飞机客舱工作的乘务员树立了"身在客舱，放眼世界"的思想。她们工作一丝不苟，认真负责。外宾坐飞机来到我国，首先接触的是民航乘务员，所以乘务员们都努力地从自己的一言一行，一举一动中，热心地增进中国人民和世界人民的友谊。去年秋天，为了做好接送亚、非、拉乒乓球运动员的任务，民航乘务员们事先努力了解各国人民的生活情况及风俗习惯，根据旅客的不同特点，做到心中有数。由于她们在工作中急旅客所急，想旅客所想，所以经常得到旅客的赞扬。

一九七二年，我国民航承担支援工农业急需任务和急救飞行八百多次；航空运输总周转量、运输总产值和旅客发运量等指标，都超额完成计划。去年的航空运输总周转量、旅客发运量和运输总产值等计划，也都完成得很好。

在党和毛主席的英明领导下，我国社会主义革命和社会主义建设取得了很大成绩，我国的民航事业也得到迅速的发展。但是，新的形势对民航建设提出了更高的要求。民航广大职工决心在毛主席的无产阶级革命路线指引下，在党的第十次全国代表大会的精神鼓舞下，百倍努力，进一步把民航事业搞好，为完成十大提出的各项战斗任务，为巩固无产阶级专政而奋斗！

题图设计：王小飞



中国人民解放军空军某部　**陈开俊**

空军某部飞行员、共产党员于长欣和赵为俊，在执行一项高空试飞任务中，发动机突然在空中停车了。他们以人民利益为重，不畏艰险，坚持战斗，终于在空中开车成功，胜利地完成了试飞任务。

清晨，一轮红日喷薄而出，金色的朝霞洒满辽阔的原野。在空军某部机场上，一架架闪着银辉的战鹰，整齐地排列在停机坪上。一队队英姿焕发的飞行员敏捷地跨入座舱，迅速做好开飞前准备，正在待命升空。停机线上，战鹰的马达声，牵引车、加油车的喇叭声，合成一曲战斗的交响乐。新的一天的战斗生活又开始了。

"砰"！一颗绿色信号弹从指挥台升起。一架战鹰象离弦的箭，劈开云雾，乘着东风，直射万里兰天。驾驶这架飞机的是共产党员，飞行员于长欣和赵为俊，他们正在执行一次不寻常的任务——高空试飞。

他们俩第一次参加这样的试飞，心情格外激动。深深感到，领导上把这项艰巨的任务交给我们，这是党的信任，当前，苏修对我国实行武力威胁，我们对苏修社会帝国主义对我国发动突然袭击，要保持高度警惕。我们一定要牢记毛主席关于"**提高警惕，保卫祖国**"的教导，练好杀敌本领，做好反侵略战争的充分准备，决不辜负党和人民的希望。他俩怀着对社会帝国主义的刻骨仇恨和保卫祖国领空的神圣重任，驾驶着经过改装的飞机，飞翔在天空。飞机前面飘动着一朵朵彩云，机翼下闪过广阔的田野，美丽的村庄，雄伟的城市，我们伟大的社会主义祖国多么美好啊！他们俩心潮澎湃，暗暗地激励自己："工人同志夜以继日的工作，与帝、修、反争速度，抢时间，把飞机改装出来了，我们一定要大胆、心细、准确地把飞机试飞好。"

飞机在盘旋爬高，象燕子一样轻盈，象山鹰那样敏健。他们不时向地面指挥员报告着发动机、各种仪表的工作情况和高度、速度、航向。当高度升到×千米时，试飞的时刻到了，机长激动地向地面请示。这时，从耳机里传来了指挥员回答："检查好，可以进行试验"。于长欣顺手打开有关开关，瞬间发动机增大了马力，飞机迅速爬高，不一会，高度升到了××米。这时，飞机突然剧烈抖动起来，发动机转速忽大忽小，飞机也随着转速的变化，忽而上升、忽而下降。飞机象大海中的一叶小舟遇到惊涛骇浪、剧烈地上下颠簸。他俩也被震得头昏眼花，手脚发麻。面对着突如其来的变化，他们想到党和人民的重托，革命战士的责任，无论如何，手不能松杆，一定要尽力保持飞机平稳。他们四只巨手似有千钧之力，紧握驾驶杆，沉着操纵飞机。严密注视险情的变化和判明原因，随时准备紧急处置。就在这时，只听轰的一声，一个意外的情况发生了——发动机在高空停车了。飞机犹如一匹脱缰的野马，急剧下降，顷刻之间，高度由××米降到×千米。两个共产党员面临着一场严峻的考验。

情况虽然万分紧迫，他俩的心情却保持冷静和镇定。机长于长欣参军后，在党的教育培养下，迅速成长为一个人民的飞行员，他怀着对伟大领袖毛主席深厚的无产阶级感情，平时认真学习马列著作和毛主席著作，一颗红心钻研军事技术，苦练杀敌本领。他常说："为了战胜侵略者，不仅要有勇敢的革命精神，而

且还要有熟练的飞行技术。”不论是严冬还是盛夏，他经常拿着飞机模型在地面反复演练，为了掌握航空理论，教员上课时他认真听，遇到难点时虚心请教，每飞行一次都总结一次经验教训。经过长期勤学苦练，终于掌握了一套出色的本领。他听声音，就能判断出发动机工作是否正常，凭着驾驶杆就能感觉出飞机震动不震动。今天遇到险情，他凭着熟练的技术，很快判断出飞机故障的原因，并向地面指挥员报告了情况。

地面指挥的同志从无线电里听到空中停车的消息时，意识到情况危急，视线一下子都集中到标图桌上，每个人都屏住呼吸，看着飞机急剧下降的航迹，指挥所里静得只听见时钟“嘀答、嘀答”的响声。

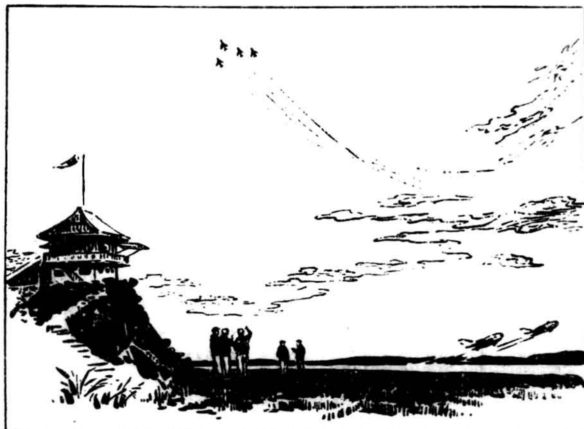
按照航空文献记载，发动机在空中停车，多采取迅速迫降。现在发动机停车了，离机场又远，难以滑飘到机场着陆，是准备迫降呢？还是争取开车成功呢？要不要开车呢？在这个关键的时刻，于长欣和赵为俊，首先想到的是国家财产，战斗的胜利。于长欣想，即使只有百分之一的希望，也要尽百分之百的努力。于是，他迅速采取了果断措施，为了节约用电，关闭了全部电门，只打开了无线电用以联络。并立刻请示空中开车。指挥员鼓励他们说：“勇敢、沉着，可以空中开车。”又提醒他们：“注意保持发动机温度和滑油温度。”他们坚定地回答：“请首长放心，困难再大，我们也要保护好国家财产，完成试飞任务。”

飞机在继续下降，他俩在空中密切合作，赵为俊操纵飞机，注意观察地面，于长欣利用飘飞的机会，争分夺秒，想方设法开车。第一次开车没有成功，第二次开车发动机有了爆发声响，可是剧烈抖动几下，瞬间又停车了。这次虽然没有成功，却给他们增强了争取开车成功的信心。可是，正当他准备第三次开车的时候，赵为俊报告说：“下面是城市”！于长欣往下一看，心里不由一怔：这是多么熟悉的一个大城市啊！滔滔的大江一泻千里，雄伟的大桥飞跨两岸，整

·连环画选幅·

长空激战

连环画，通称“小人书”，是广大青少年喜爱的读物。鲁迅先生曾大声疾呼“连环图画是极紧要的”。这里的七幅作品，是从广西人民出版社出版的《长空激战》（红铁鹰、广鹰文编绘）中选出来的，这本连环画描绘了我人民空军指战员保卫祖国、英勇战斗的故事。我们愿看到有更多的反映我国航空战线新面貌的作品问世。



① 祖国边疆的一个机场，屹立在反帝斗争的前哨。



② 机场上的飞行七大队，召开党支委会研究敌情。



③ 飞行员们个个提高警惕，刻苦钻研空战战术。

齐的街道，林立的工厂，穿流如梭的各种车辆，来来往往的人流，看得清清楚楚。这时飞机已经下降到两千米了。于长欣想，如果在这里开车不成功，会给人民群众和国家财产带来严重威胁；要是在这里不开车，就可能失去开车的机会了。在这危急关头，于长欣想到革命老前辈，在那战火纷飞的年代，为了祖国的解放事业，在党和毛主席的领导下，南征北战，一片丹心为人民。我们是人民的飞行员，一定要继承革命的光荣传统。董存瑞舍身炸碉堡，黄继光用胸膛堵住敌人枪眼的光辉形象，在他的脑海里闪现。他坚定地对赵为俊说："在城市上空不能开车，宁可牺牲自己，也要保护人民的生命财产！"这句话也说出了赵为俊的决心。

赵为俊，这个出生在一个普通工人家庭的孩子，在旧社会，他一家过着饥寒交迫的生活，祖祖辈辈受尽地主资本家的残酷剥削和压迫。他父亲给资本家做工，一年到头累死累活也养不了全家，妈妈带着他到处逃荒要饭。是共产党和毛主席把他一家从火坑里救出来。使他扔掉了讨饭棍，换上了驾驶杆，当上了国家的主人。在文化大革命中，他父亲由一名普通的工人当上了省革命委员会的委员。他常说："是共产党救了我一家，是毛主席给了我一切，我要把自己的全部力量都贡献给共产主义事业。"平时，他以雷锋为榜样，重活累活抢着干，多次圆满完成战备运输，抢险救灾，训练伞兵等项艰巨任务，多次受到上级的嘉奖。今天遇到了险情，他觉得正是党和人民考验自己的时候。**"为人民利益而死，就比泰山还重"**，毛主席的教导，阶级的深情，给予他们巨大的力量。赵为俊立刻和于长欣一起奋力握紧驾驶杆，用力蹬住舵，使飞机向左边转弯，绕开城市。一座座工厂，一条条街道，从他们眼前飞速掠过，飞机终于离开了城市上空。

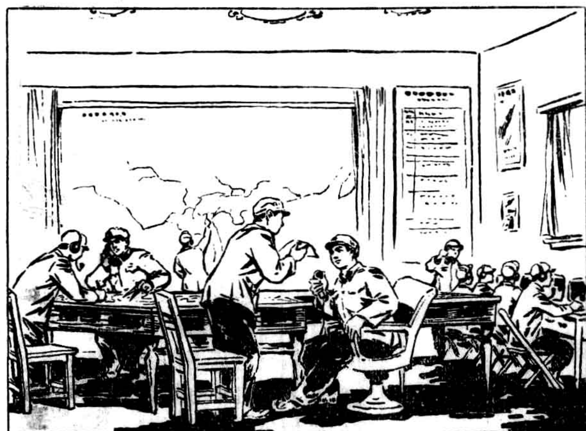
这时候的高度只有八百米了。飞机每下降一米，危险就增加一分。现在，飞机以每秒十五米的下降率往下掉，眼看就有坠地的危险。地面上，无数双眼睛在



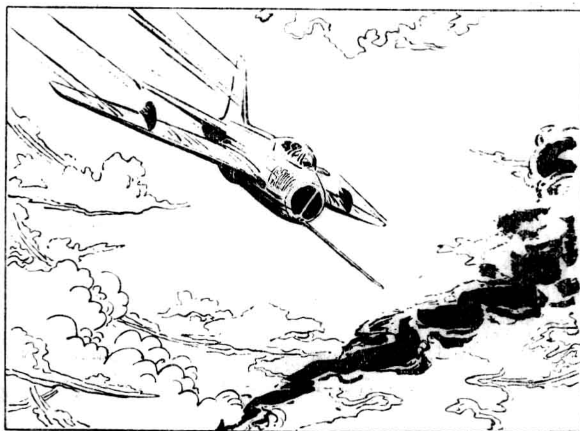
④ 接到"进入一等战备"的命令，迅速做好起飞准备。



⑥ 飞行员洪刚，警惕地驾驶着战鹰，搜索着敌机。



⑤ 指挥所里，指挥员、报务员、标图员等都投入了战斗。



⑦ 洪刚勇敢坚定地用最后的三发炮弹击落了敌机。

注视着他们，无数颗心在和他们的心一起跳动。指挥员冷静地判断着飞机情况，并已为他们选好了迫降场，指示他们："现在高度太低，你们可以迫降。"一股暖流涌遍于长欣的全身，这是党的关怀，战友的情谊。但他们没有立刻迫降而是果断地请求最后一次开车。当时无线电里传来了他们气壮山河的声音："为了战胜侵略者，早日试飞成功，我们人在飞机在，决心坚持到最后胜利！"指挥员被他们英勇顽强的精神所感动，手握送话筒，目不转睛地看着雷达荧光屏上飞机下坠的情景，心情异常的激动。是啊！有这样一不怕苦，二不怕死的革命战士，有什么艰险不能克服，有什么敌人不能战胜！指挥员毅然同意了他们的请求。

他俩沉着、冷静、毫无惧色。根据前两次开车的经验教训，采取了新的措施，准备好最后一次开车。这时，飞机离地面越来越近，六百米、五百米……山河大地向着他们扑过来，现在，每秒钟都是宝贵的，争取时间就是胜利。机长于长欣以勇敢无畏的革命精神，手拉起动开关，两眼紧盯时钟，在进行最后一次开车，只见座舱里的时钟，一秒钟过去了，三秒钟过去了，五秒钟过去了……时间到！只见他猛地一按电门，"轰隆"一声，发动机运转了。飞机昂首而起，展翅高飞，欢乐的马达声又响彻万里长空。两个共产党员终于在离地面三百五十米的空中开车成功了。

于长欣和赵为俊满怀胜利的喜悦，驾驶着矫健的战鹰，继续完成了高空试飞任务。

上级表扬了他们的沉着勇敢和忘我精神。机长于长欣荣立二等功，飞行员赵为俊荣立三等功。

这真是，共产党员意志坚，万里长空凯歌旋。

题图设计：温承诚

导航与多普勒雷达

郑 玉 篁

飞机导航的基本任务是确定飞机在空中的位置。确定位置的方法，目前大体可以分为两类，即位置线法和推测导航法。多普勒雷达就是在后一类方法中广泛应用的一种无线电设备。

一架漆有中国民航标志的大型客机飞翔在数千米的高空。客舱内，旅客们有的在安静地阅读书报；有的在热烈地讨论国内外的一片大好形势；有的在眺望窗外时隐时现在云层空隙下面的锦绣河山。

在飞机前面的机舱里，则是另一番景象，领航员紧张地操纵着各种导航仪器进行测量计算，然后把必要的数据告诉给驾驶员。驾驶员根据这些数据沉着地驾驶飞机，准确地飞向前方的目的地。好奇的人们或许会问：飞机飞行在这样高的高空，经常还要穿行在云海之中，四顾茫茫，飞行员是如何知道飞机现在到了什么地方，应该往什么方向继续飞行呢？

这里就要用到各种各样的导航设备。它们有的安装在地面上，有的安装在飞机里，通过各种不同的仪表向飞行员们指示出飞机已经飞过的地方，以及离开目的地的距离、方向等等数据。有时候它们还可以与安装在飞机上的电子计算机和自动驾驶仪相配合，直接控制飞机向着未来的目的地准确地飞行。

怎样对飞机进行导航

一般说来，要驾驶飞机飞达预定的目的地，先要用各种设备测得飞机的位置、高度、航向等数据，然后确定下一步如何飞行，再操纵飞机予以实现。导航设备主要完成第一项测量飞机数据的任务。当然，随着计算技术和自动化技术的发展，上面几个步骤已经不可能截然分割开来。

飞机完成一次飞行任务要经过下面三个阶段：一，从机场起飞；二，按预定的航线飞行；三，到达预定的机场降落。其中起飞阶段是飞机离开地面爬升，进入预定的航线的过程。在这段过程中，除了必须按照塔台所命令的时间和程序掌握飞行外，没有更多的导航问题。飞机导航任务所要解决的问题，主要是在航路飞行和着陆阶段。航路飞行是由起飞到降落之间的一段过程，在这段过程中，要使飞机保持在预定的航线上，或当飞机偏离航线后要及时地加以纠正，就必须知道飞机的位置和航向。当飞机到达预定的着陆机场上空后，就要与着陆机场的塔台取得联系，根据命令进场和着陆。这一阶段导航设备的主要任务是保证飞机在各种复杂的气象条件下能够安全地着陆。此外，在航空技术迅速发展的今天，重要的航空港周围的上空以及在某些航线上飞机十分拥挤，为了防止飞机碰撞等事故，如同城市内公路上的交通调度一样，空中的交通管

制也日益成为重要的导航任务。

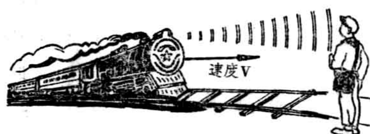
飞机导航中最基本的任务是确定飞机在空间的位置，这一位置可以由飞机的飞行高度和飞机在地球上投影点的位置(简称位置)来确定。

确定飞机位置的方法如下：

一，位置线法。大家知道，在一个面上决定一点必须有两条线，例如地图上某一地点的位置就是通过经纬度，也就是一条经线和一条纬线的交点来表示的。决定点的位置可以用两条直线相交，也可以用两条曲线相交，或者用一条直线和一条曲线相交。这些线在导航术语中叫做“位置线”。下面我们举一个简单的例子说明用位置线法确定飞机位置的方法。

目前在近程导航中广泛应用的典型无线电导航设备“塔康”系统能同时测出飞机距离某一地标的方位和距离。假定我们在某一正在飞行的飞机上，应用“塔康”系统的导航设备测得该机在北京的正南方向二百八十公里。那末首先我们可以在地图上通过北京向正南方向作一直线，然后以北京为圆心，相当于二百八十公里的距离为半径作一圆周，显然飞机的位置就在这两条位置线的交点，亦即德州市的上空。

二，推测导航法。我们用一个简单的例子说明这一导航法的应用。假定飞机由某地出发，目的地在出发点的东北方向八百公里。如果由于某种原因，飞机起飞后半个小时的飞行中，飞行方向往北偏离了飞向目的地的方向，但只要我们随时知道飞机的实际飞行方向和飞机的速度(例如每小时九百公里)，



图一 日常遇到的多普勒效应，火车开来时汽笛声调子很尖；而奔驰远去时汽笛声的调子较低沉。

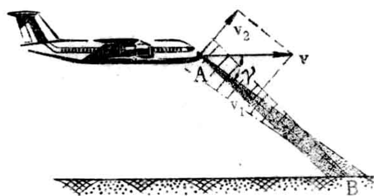
这样，我们就可以确切地计算出飞机已经到达了距离出发点四百五十公里的地方。只要操纵飞机保持原有的速度，改向东北偏东方向飞行半小时，飞机就可以到达预定的目的地。当然，在实际飞行过程中，飞行方向随时都可能有变化，所以要用计算机连续地计算出飞机相对于出发点或目的地的距离和方位。

在这种导航方法中，要求导航设备连续地测量出飞机相对于地面的航速和航速的方向——航迹角。

如果不考虑空中气流的影响，航迹角就等于飞机纵轴方向与正北子午线的夹角——航向角，航向角的大小通常由飞机上的磁罗盘或陀螺仪表来指示，而飞机相对于地面的航速——地速的大小则由下面介绍的多普勒雷达来测定。为了说明多普勒雷达的原理，我们先来解释一下在物理学中称为多普勒效应的一种物理现象。

多普勒效应

有的读者可能有这样的经验，当你站在公路与铁路交叉的道口等待通过的时候，一列火车鸣着汽笛从你的面前疾驰而过。这时你会发现，当火车向着道口开来的时候，汽笛的叫声不仅越来越响，而且调子很尖(频率增高)。而当火车经过道口向着远方飞速驰去的时候，这种叫声的调子就要低沉一些（频率减低）。这一类的现象在物理学上可以这样来叙述：当振动源(声音、光、无线电波都是振动的一种，在上面的例子中，火车上的汽笛就是振动源）与观察者以速度V相对运动的话(图一)，观察者所收到的振动频率就会不同于振动源所发出的振动频率（频率表示每秒振动的次数）。频率的变化量与相对速度和振动的波长有关：与相对速度成正比，而与振动的波长成反比。这种现象是在一八四二年由奥地利科学



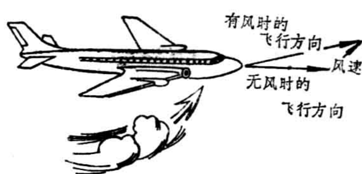
图二 多普勒雷达向地面发出无线电波。由于飞机在运动，所以从地面反射回来的无线电波的频率不同于所发出的无线电波的频率，即存在有多普勒频移，借此来测量飞机的地速。

家多普勒总结的，所以通常称为多普勒效应，而把频率的变化量叫做多普勒频移。

多普勒雷达

多普勒雷达就是根据多普勒效应进行工作的。安装在飞机上的多普勒雷达不断地沿着某一方向向地面发出无线电波(图二)，同时飞机在以速度V向前方飞行。由于这个速度不是A点相对于B点的速度，所以我们先把它分解成两部分：一部分是垂直于AB方向的速度V_2，另一部分是沿着AB方向的速度V_1，后者代表了A点相对于B点的相对速度。由于V_1的存在，A点收到从地面上B点反射回来的无线电波的频率与多普勒雷达发出的无线电波频率之间就存在有多普勒频移。如果飞机作水平飞行，那末V与V_1之间的夹角γ就保持不变。这时，通过测量多普勒频移，就可以计算出飞机的飞行速度V来。知道了飞机的速度，再通过磁罗盘或陀螺仪表指示的飞机航向（飞机纵轴方向与正北方向的夹角）就可以确定飞机飞行过的路线，从而引导飞机正确地飞向目的地了。

到这里，我们似乎已经解决了应用多普勒雷达进行导航的问题。实际上却不然。因为飞机飞行在几千米到万米以上的高空，那里经常刮着大风，在这种情况下，飞机飞行的方向不可能与飞机纵轴的方向一致。这就好比在河流的一岸划船

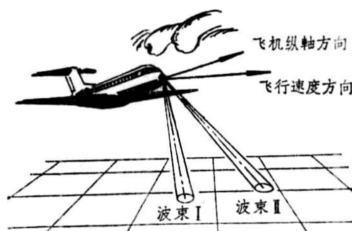


图三　有风时产生偏流角，即飞机飞行方向与飞机纵轴方向间的夹角。

到对岸去，即使你保持渡船的轴线始终垂直于水流方向，但由于水流的影响，渡船实际上走的并不是一条垂直线，而是一条斜线。同样，飞机在气流里飞行时，速度方向与飞机纵轴的方向也不一定一致，而往往成一夹角(图三)。这个角度通常称为偏流角。由于偏流角的存在，磁罗盘或陀螺仪表指示的航向并不能代表飞机真正的飞行方向。同时偏流角的变化也使 γ 角发生变化，这样就使测量得到的数据产生相当大的误差。

为了解决这个问题，就要不断测量出偏流角，以便对数据随时加以修正。为了测量出偏流角，多普勒雷达不是只向一个方向发出无线电波，而是同时向两个、三个或四个方向发出无线电波，或者说发出两个、三个或四个波束。我们以两波束的多普勒雷达为例，说明它是怎样测量偏流角的(图四)。

在不存在偏流角的情况下，多普勒雷达向着对称于飞机纵轴的两个方向发出同样的无线电波。这时候由于它们的 γ 角相同，因此反射回来的两个无线电波的多普勒频移是相同的。存在偏流角，飞行速度V就与飞机纵轴方向不一致。如果雷达仍旧向对称于飞机纵轴的两个方向发射波束，那末V的方向与两个波束的左右夹角就不相等。与没有偏流角的情况相比，其中的一个增加，而另一个则减少。这时雷达所收到的两个反射信号的多普勒频移也不相等，在这种情况下，雷达自动地把它的天线转动一个角度使得两个多普勒频移保持相等。显然，这时候天线转过的角度就等于偏流



图四　多普勒雷达向地面发射两个无线电波束，以测量偏流角。

角。在有的多普勒雷达里，天线是固定在飞机上不能转动的，这时它把各波束的多普勒频移的数值直接送入计算机，依靠计算机计算出偏流角和速度V的数值来。

有了多普勒雷达提供的速度和偏流角数据，再加上磁罗盘或陀螺仪表提供的航向数据，领航员或计算机就可以不断地计算出飞机飞过的路线，对飞机进行准确的导航。

多普勒雷达与其他无线电导航设备比较，它可以不依靠地面设备来导航，是一种自体导航设备。由于这一特点，它可以很方便地在世界各个地区，包括极地区域进行导航。同时，工作在超短波波段的多普勒雷达所发出的无线电波，主要传播在飞机与地面之间，因此受外界条件的影响和干扰较小，这就进一步提高了它工作的稳定可靠。这些特点在军事上具有更大的意义。因此在五十年代，远程轰炸机和运输机上首先装备了多普勒雷达，然后又推广应用到大型旅客机上。随着电子技术的发展，雷达的体积、重量和成本进一步降低，在某些歼击机和直升机上也装备了多普勒雷达，同时还进一步扩大了它的应用范围。例如，供直升机使用的多普勒雷达不仅可以测量前进速度，还可以测量后退的速度。对雷达发射的无线电波进行调制以后，还可以同时用来测量飞机的飞行高度。目前多普勒雷达还在向着进一步提高准确度、降低体积、重量和全固体化的方向发展。

随着航空技术的发展，对于导航技术提出的要求是多种多样的，一种导航设备往往不能满足所有的要求，因此在飞机上常常需要装备多种导航设备。但是多普勒雷达作为一种重要的导航设备，在目前仍然有它广泛的应用和发展前途。

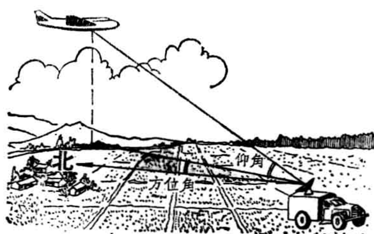
·俞统武插图·

简介

雷达的基本作用原理

雷达天线不停地旋转着，同时发出强大的无线电波。无线电波在空中以相当于光的速度（每秒三十万公里）直线前进。当无线电波中的一部分到达飞机表面时，飞机的金属蒙皮就象镜子能够反射光线一样，也把一部分无线电波反射回来。这部分反射回来的无线电波，重新被雷达天线所接收。雷达对接收的信号进行放大，并测量出从发出无线电波到接收无线电波的时间，就可以计算飞机到雷达的距离。举例来说，假定从发出无线电波到接收无线电波经过了一千分之一秒，那也就是说从发出无线电波到到达飞机需要经过两千分之一秒。飞机到雷达的距离也就是无线电波在这段时间走过的距离，等于时间和光速的乘积，即等于一百五十公里。由于雷达发射无线电波好象手电筒发射光线一样，是只在一个狭窄方向内发射的，因此当雷达接收到飞机反射回来的无线电波时，飞机的方位，可以通过雷达天线的旋转方位和仰角来确定，如下图所示。

当雷达天线搜索到飞机时，在雷达荧光屏上就出现亮点。于是，雷达操作人员便能准确地判别飞机所在的方位和距离。





——简介机载电源系统的现状与发展

陆　青

电能最大的优点是很容易转化为其他形式的能，并能方便地输送和分配到各用电设备，为提高飞机性能和实现操作自动化创造了有利条件，因此受到愈来愈大的重视。本文对机载电源系统的演变过程、使用现状和发展趋势，作一梗概介绍。

电，大家都是非常熟悉的，日常生活中用的电灯、电话、电动机、电视机都是靠电来工作的，电给我们带来了光明，方便了交通，节省了劳力，传播了友谊。那么这些电是哪来的呢？原来是由电池或地面发电站通过变电所供给的。

同样，在现代各种不同用途的飞机上的照明、通讯、导航、自动控制、火力控制以及加温防冰等也都是靠电来工作的(参看封三)，这些电又是哪来的呢？这是飞机自己的电源系统供给的。很显然，电源系统工作正常与否就直接影响到飞机各系统的工作和整个飞机的安全。另外，随着飞机用电器的迅速增加，电源系统也愈来愈复杂，重量也愈来愈大，某些大型飞机的电源系统竟重达数吨，而电源系统的供电质量对航空电子设备及飞机本身的重量、成本、可靠性也有直接的影响。因此，要求飞机电源系统工作可靠、体积小、重量轻、维护方便、供电质量好。目前，飞机电源系统的发展，也是朝着这个方向作出努力。



图一　风力驱动发电机示意图

演变及发展

回顾机载电源系统的发展，大致经历三个阶段：

二十年代中期以前，主要采用蓄电池和风力驱动发电机。

这期间，飞机简单，用电器少，主要采用蓄电池来供电。第一次世界大战飞机便开始用于军事目的，为了提高飞机夜航、续航能力以及和地面通信联系，蓄电池供电已满足不了要求，进而风力驱动发电机产生(见图一)。其功率当时只有几百瓦，主要用于发动机点火、照明及简单的仪表无线电设备。

二十年代中到四十年代中，以低压直流系统为主。

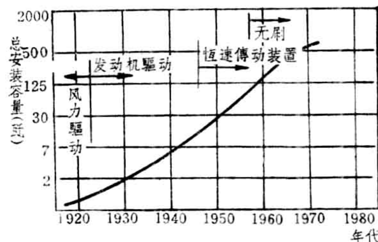
随着飞机速度的增大，风力驱动发电机增加了飞机迎面阻力，并经常发生脱落，检查维修不便，功率也小，因此，二十年代中期开始采用发动机带动的发电机，供给十二伏直流电。进入三十年代之后，由于采用电动起动飞机发动机以及由电动机操纵飞机的一些部件，如起落架的收放等，发电容量迅速增大，使输电线太重，从而把电源电压从十二伏提高到二十四伏，同时考虑到蓄电池的充电，故把二十八伏作为系统额定电压。

第二次世界大战期间，由于电能广泛用于飞机照明、通讯、控制轰炸和射击武器以及机载雷达，发电容量增加到几十瓩，并且与发电机配合采用了炭片调压器、控制保护装置以及并联运行、冲压空气冷却等新的部件及技术，使系统进一步完善。

四十年代中到六十年代末，出现了以交流为主的供电系统，也即恒频交流系统。

第二次世界大战后，喷气发动机的出现导致飞机速度及高度迅速增加，直流发电机由于高空炭刷严重磨损及冷却困难而受到限制。同时，由于电子对抗、飞行自动控制、武器控制等复杂电子系统的采用，发电容量又迅速增加，到五十年代初已超过一百瓩。频率为四百周的恒频交流系统逐渐取代了原来的直流系统，同时还出现了变频交流系统、过高压直流系统。过高压直流系统由于开关电弧等问题而被淘汰。

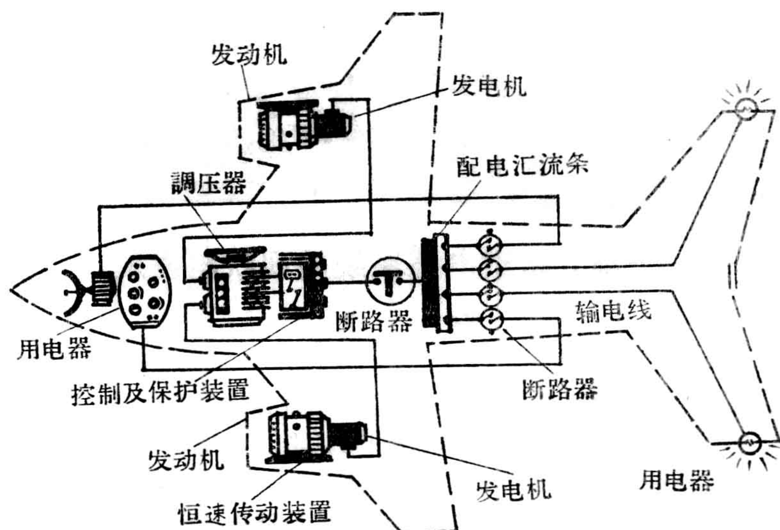
五十年代末期以来，飞机的速度及高度分别达到二到三倍音速及二到三万米；航空电子系统越来越



图二　机载电源系统总发电容量增长情况

复杂，系统精度要求越来越高。与此同时，半导体技术有了迅速的发展，进一步加速了电源系统的发展。恒频交流系统的发展自一九四六年首次用于飞机之后，逐渐得到广泛应用，并且大量采用新部件——无刷发电机、晶体管式调压器及控制保护装置、循环油冷发电机、齿轮差动恒速传动装置、静止变流器等，从而使恒频交流系统重量减轻许多，可靠性及供电质量显著提高。

在这段时间内，发电容量也进一步增加，到六十年代末期，大型轰炸机的发电容量高达四百八十瓩、大型运输机的发电容量达二百四十瓩，超音速战斗机的发电容量也达一百二十瓩。从二十年代到六十年代的四十年中，机载发电容量每年都以很高速度增长，到六十年代末期，由于航空电子设备大量用半导体器件以及液压系统的进一步应用和发展，增长速度已有所降低(见图二)。



图三　机载电源系统组成示意图

使用现状

机载电源系统由发电和配电系统组成。发电系统通常由主电源系统及二次电源系统组成。主电源系统是飞机供电的主要部分它包括发电机、调压器、控制和保护装置、恒速传动装置(仅恒频系统有)；二次电源系统是供应特殊用电部分，例如在直流系统中需要交流电，则由二次电源的变流机供应。配电系统为发电机与用电设备之间的连接网路，它由电缆、继电器、接触器、断路器及汇流条等组成(见图三)。

目前飞机上使用的电源系统有直流系统、恒频系统、变频系统、复合系统等四种，其中恒频系统是使用最广的，这里只重点介绍直流系统和恒频系统。

直流系统　目前使用的是低压直流系统，它主要用于高度低于二十公里和飞行速度小于每小时一千八百公里的中、小型战斗机、直升机上。该系统简单、安全、并可利用发电机作为发动机的起动机。其缺点是短路电流大、高空工作时炭刷磨损严重，大容量系统的传输线太重。通常容量为十二瓩的系统被认为是最佳的系统。

目前，直流系统有了新的发展，由无刷直流发电机、半导体调压器及控制保护装置、静止变流器组成的无刷直流发电系统已用于新一代的战斗机上，从而提高了可靠性和高空性能。

恒频系统　目前使用的是三相、二百伏、四百赫恒频交流系统，这种系统广泛地用于轰炸机、大中型运输机及高性能的战斗机，它与低压直流系统比较，具有如下优点：

一、系统重量较轻，特别是大容量的系统，由于系统额定电压提高到二百伏，使传输线重量大大地减轻。

二、供电质量好，可满足高性能飞机要求。

三、二次电源重量轻、简单可靠。直流系统利用变流机获得四百赫恒频电源，而恒频系统通过变压整流器获得直流电，后者比前者重量轻、效率高、简单可靠。

四、交流发电机比直流发电机寿命长、制造简单、维护方便。

这种系统的主要缺点是需要恒速传动装置，而这种装置制造及维护困难，系统的控制保护也较复杂。

目前广泛使用的恒频发电系统是由旋转整流器式无刷发电机、齿轮差动式恒速装置、控制板（综合调节、保护、控制功能）组成的。

获得恒频的主要方法是采用恒速传动装置，它把发动机输出的变速变成恒速，再带动交流发电机，使发电机输出四百赫恒频交流电。目前广泛采用的是机械液压恒速传动装置，它由液压泵、马达、差动齿轮等部件组成，当发动机转速变化时，通过恒速传动装置的调节使输出转速恒定。早期使用的是一种液压差动式恒速装置，它利用液压马达及泵来传递功率，其寿命短、可靠性差。目前广泛使用的是齿轮差动式恒速装置，它采用差动齿轮来传递功率，而液压马达和泵仅用来控制功率，从而提高寿命及可靠性。此外，飞机上还采用空气涡轮、液压式、电磁机械式、机械磨擦式

等恒速传动装置，这些装置使用不广泛，通常用于三十瓩以下的功率级。

变频系统 该系统的发电机直接由发动机通过齿轮箱驱动，从而不需要恒速传动装置。它的优点是发电系统重量较轻、结构简单、可靠性较高。

复合系统 即由上述三种系统的任意两种组合使用的系统。该系统的优点是综合上述三种系统的某些优点。其主要缺点是配电复杂，地面设备庞杂。

为了确保飞行安全，飞机上还装有应急电源装置。目前广泛使用的应急电源装置有蓄电池、冲压空气涡轮和燃气涡轮驱动的发电机。蓄电池几乎每种飞机都使用；冲压空气涡轮发电机主要用于战斗机，而燃气涡轮发电机主要用于运输机、直升机及垂直起落飞机。

发展趋势

七十年代开始，电源系统又有了新的发展，目前的发展趋势是采用喷油冷却发电机、组合电源装置以及电气设备电子化。

喷油冷却发电机综合了空气冷却及循环滑油冷却的优点，它把冷却滑油直接喷到绕组及其它发热部件上，显著地提高了冷却效率，从而使发电机重量显著减轻，可靠性及寿命大大提高。

组合电源装置是一种把喷油冷却发电机和齿轮差动式恒速装置组合在一个壳体里的装置，它们共用一种滑油，一个油池，取消了旋转油封，节省了一个轴承，从而提高系统的可靠性，延长寿命，减轻重量。这种装置是恒频系统的新发展。

电气设备电子化是目前电源系统发展的一种趋势。它包括发电系统电子化及配电系统电子化。

发电系统电子化首先是调压器及控制保护装置晶体管化，五十年代末期开始，飞机上的炭片调压器、继电器控制保护装置逐渐由晶体管设备代替。七十年代开始又有了进一步发展，主要是采用数字逻辑电路、半导体集成电路等新技术，使控制保护装置有可能增加故障隔离、自检测、信息指示、余度等功能，同时也减轻了重量。此外，五十年代末已开始发展一种半导体变频器，它主要用来代替恒速传动装置获得四百赫恒频交流电，通常把采用半导体变频器的系统称为变速恒频系统。这种系统的优点是可靠性高、维护简单，但重量较大，目前仍未在飞机上使用。

现役大型飞机的电源系统中，配电系统重量占很大的比例。通常配电中心放在驾驶舱中，电源输电线都要引到驾驶舱再接到各用电器，而实际上飞机上的用电器百分之七十五是在座舱外部，因此需要大量的电缆及断路器，如某种大型运输机配电系统用的电缆长达二百四十公里，重达一千五百八十公斤，需要一千四百多个断路器。配电系统的电子化就是为解决这个问题而提出的。目前发展的有遥控配电系统和自动控制的配电系统。

遥控配电系统的主要特点是将主汇流条装在发电机和主要用电器的附近，而在座舱里通过遥控断路器来控制飞机各处的用电器。遥控断路器是一种装有固态保护的热断路器。这种配电方法的优点是使很大一部分输电缆由细的控制导线代替，从而减轻系统重量。但仍需较长的布线及较多的断路器。这种配电系统已用于新一代的民航机上。

自动控制配电系统是一种利用数字计算机控制的配电系统。计算机的很多信号都通过一根导线传输到要控制的设备附近，操纵晶体固态开关，使电路接通或断开，这种配电系统叫做固态多路传输的自动配电系统。数字计算机即配电控制中心，它用来代替空勤人员进行自动控制、自动负载管理和自测试；多路传输系统用来代替电缆传输各种控制和指示信号；固态功率控制器代替热断路器用来转换及保护用电器，它由硅可控整流器或功率晶体管和固态保护电路组成；在固态功率控制器和多路传输系统之间还设有输入——输出装置，它能译解指令信号并将其发送到相应的固态功率控制器，同时也接收功率控制器及各种传感器的输入，并将其发送到多路传输数据总线。这种系统的主要优点是减少布线长度及重量、节省驾驶舱配电板空间、减少空勤人员的负担、维护简单、系统改型容易。但由于引入大量的电子线路而带来复杂性及可靠性问题，必须采用余度设备及自检测设备来保证可靠性。这种配电系统正在发展中。

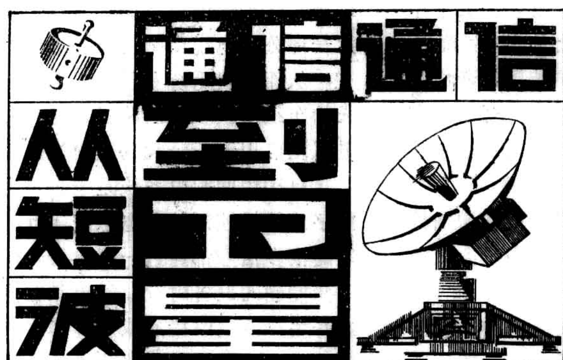
·杨承德插图·



少年航空模型

上海开关厂业余航模组编
上海人民出版社出版

本书主要介绍了：航空模型的一般原理；简易直升模型飞机、弹射模型滑翔机、初级牵引模型滑翔机以及初级橡筋动力模型飞机等机种的具体制作方法；模型飞机的调整试飞等。它的内容编写上采取了原理与制作、调整试飞相结合的方式，介绍由简单到复杂，逐步深入，适合广大少年航模爱好者阅读。对中、小学开展航模活动也有一定的帮助。



从短波通信到卫星通信

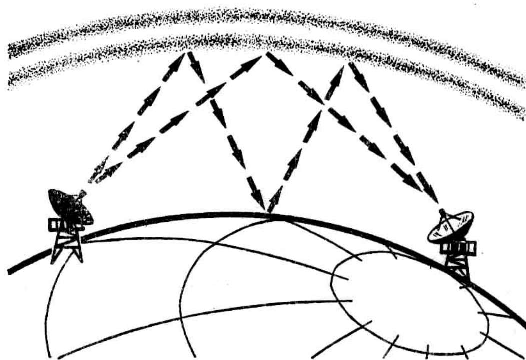
帆　舟

洲际短波通信将日渐为卫星通信所取代。目前，已能通过国际通信卫星向世界各国转播电视、直通电话……

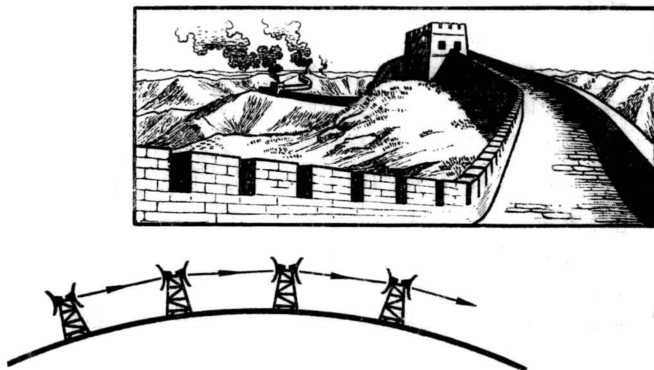
随着社会的发展，人们对通信的要求越来越高。据不完全统计，世界上每年电话通话次数约十年就增长一倍，现估计每年通话约三亿次。通信距离要求能横跨大洋，在地球上任意两点间通信。此外还要求能在全球范围各国间转播黑白和彩色电视。这些任务只有借助于通信卫星才能较好地完成。

为了说明这一点，下面简单回顾一下国际远距离电信的发展概况。从一八五〇年铺设海底电缆开始了国际电信。一九〇一年意大利人马可尼利用线圈、电容器、检波器和耳机，从及架在一百八十三米高的风筝上的天线，收到越过大西洋的无线电信号。原来，他不自觉地利用了天然通信卫星——电离层。从此开始利用短波进行通信了。短波是指振荡频率为三到三十兆赫的电波，比中波广播频率高几倍到几十倍，在地球上空六、七十公里到二、三百公里高处有几层电离层，电离层能象镜子反射光一样把短波无线电波反射回地球，短波通信就是靠短波电波在电离层和地面之间反射一次或数次，使通信距离达上万公里（图一）。短波通信直到目前为止还是主要的通信方法之一，但由于短波频段很窄，电台很多，相互干扰很大，并且通信可靠性易受电离层特性的变化影响。此外，由于短波频带窄，不能进行电视转播。

一九四五年后微波中继通信得到普及，它使用的频率在一千兆赫至一万兆赫范围，比广播频率高一千到一万倍。我们知道，微波电波和光波一样是按直线传播的。微波能穿过电离层向空间辐射，所以不能利用电离层反射进行远距离通信。因此只有把天线架高，增加直视距离。俗话说:“站得高，望得远。”如果把天线架设几十米高，则可传输五十至八十公里。如果每隔五十公里设置一个中继站，接收前一站无线电信号，经放大后再发送给下一中继站。这样把无线电信号进行“接力”（图二），和我国古代利用烽火台报警传递消息很类似。如果设置很多中继站，通信距离可达上千公里。微波中继比短波在通信质量上和数量上都优越得多，不仅能多路通话，而且能转播电视。这是因为微波线路比短波线路通信能力强，一个通信系统的通信能力是用系统的频带宽度来衡量，如同马路越宽通过车辆越多一样，频带越宽能够传输的消息越多。例如传输一路话音信号需要四千赫带宽，传输一路电报只要二百赫或更窄一些带宽。而传输电视图象则需要六兆赫带宽。如果有一个通信系统带宽只有几千赫，则只能传输一路电话，而不能传输电视。如果带宽为六兆赫，则可以传输一路电视或传输六百路电话或传输一万三千二百路电报。因为微波本身频率很高，为几千兆赫，所以带宽可以达到几十兆赫到几百兆赫，可以传输很多路电视和上万路电话，而短波频率只有三至三十兆赫，频带要窄得多，这就是微波中



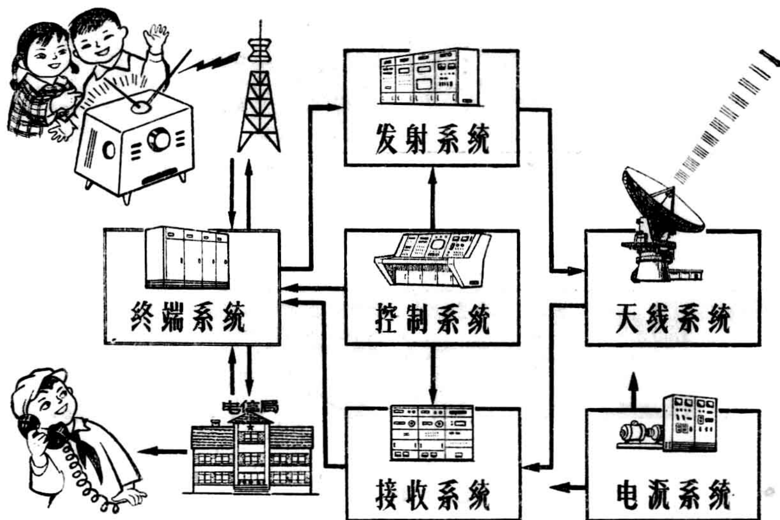
图一　短波电波在电离层和地面之间反射一次或数次，使通信距离达上万公里。



图二　微波中继通信，把无线电信号进行接力，和我国古代利用烽火台报警传递消息很类似，

继通信能力比短波强得多的原因。另外微波中继采用具有方向性的天线，不易受外界干扰，通信质量也高。其缺点是传输距离太短，要远距离通信所需中继站太多，而且不能横跨海洋传输。

早在一九四五年就曾有人设想，如果把微波中继站这套电子设备装到人造卫星上去，卫星高度为几千到几万公里，则可实现洲际通信。在不到二十年的时间这种设想已变成现实。一九六〇年八月发射了无源中继卫星，同年十月发射有源中继卫星，一九六三年实现横跨太平洋的电视转播，在一九六五年发射了静止通信卫星，使卫星通信进入了实用阶段。



图三　卫星通信地面站的组成

通信卫星的分类

通信卫星按其对电波有无放大作用可分为有源的和无源的。无源中继卫星只能反射电波，通信距离较短，现已不采用了。有源中继卫星如十九页图三所示。从一地面站发来的信号被接收机的天线所接收，经放大后由发射机通过发射天线发回地面，被另一地面站接收。由于通过卫星中继器把无线电信号放大，从而通信距离可以很远。现在全部采用有源中继卫星。

通信卫星按其运行轨道分为移动的和静止的。移动卫星相对地球运动，在晴朗夜空经常看到掠空而过的卫星就是这种。静止卫星则在我们上空静止不动。我们知道，地球由西向东自转，若在赤道上向东发射高度为三万五千八百六十公里，速度为每小时一万一千零七十公里的园形轨道卫星，这时卫星运行速度正好等于地球自转速度，所以卫星在我们上空静止不动，这样就便于我们通信。现多采用有源静止卫星进行卫星通信。

卫星通信地面站

地面站由天线系统、发射系统、接收系统、通信控制系统、终端系统及电源系统等组成（图三）。

以电话传输为例，由电信局经微波中继或电缆传送到地面站，进入电话载波终端设备，在其中把话音变换成卫星区间所分配的频率上，然后由发射机对载频调频，经天线向卫星发射，天线是始终指向卫星的。由卫星发来的信号，经天线和接收机接收和解调后，在终端机转换为原来的话音，再通过国内线路传送到用户。通信控制系统可监视和控制设备的正常运转。

电视转播与电话相同，但各国的电视标准制式不一，如我国采用扫描行数/每秒场数为625/50制，日、美等国采用525/60制，所以电视终端应有制式变换设备，将电视信号变换为本国的标准，再向国内转播。

卫星通信的多元联接

一个通信卫星可以使一对地面站建立通信已在上面叙述了。能否利用一个通信卫星使很多地面站间相互通信？这是可以的。很多个地面站利用同一卫星同时建立各自的通信信道，这叫做卫星通信的多元联接。这样使卫星的利用率大大提高，如果要建立我国国内各省市间的卫星通信，只要一颗通信卫星通信容量就足够了。能够进行多元联接的基础是卫星中继器的频带很宽，有五百兆赫，各地面站可以使用不同的载频加以区分，这叫做频分制多元联接方式。卫星通信能力是很强的，一个通信卫星的通信能力相当于一个发达国家现有对国外通信能力的总和。

十多年来卫星通信获得迅速发展，从实验研究进入到实用阶段，目前仍在发展中。从技术上要向新的频段进军，即由目前使用的厘米波向毫米波发展，实验研究时分制多元连接方式，研究质量更好的大功率放大器和低噪声放大器，研究成本更低的大型天线等。从使用上要求方便和扩大用途，卫星通信使各国间通信可以象电话拨号一样直接进行呼叫，可以用来召开国际电话会议，出席会议者在自己办公室的彩色电视上可以看到与会者和各种文件图表。静止通信卫星可以兼作为导航卫星，使船舶和飞机的导航自动化。

插图：章振业

空中停车与飞行安全

庞 振 民

喷气式飞机在空中飞行的时候，有时为什么会突然发生发动机空中停车的情况呢？如果发生了发动机空中停车，能不能重新起动呢？怎样来避免空中停车的事故呢？在下面这篇文章中我们就概要地来谈一谈这些问题。

在空中飞行的飞机，和地面行驶的各种机动车辆一样，都是由发动机提供动力的。地面车辆的发动机出了毛病，司机可以停下来进行检查和修理。装在飞机上的喷气发动机，有时也会遇到故障，突然在空中停车。这比地面车辆发动机停车的情况要严重得多，因为喷气发动机在空中突然停车后，飞机就失去了动力，飞行速度很快就降低下来，这不仅会影响飞行任务的完成，而且还由于飞机失去速度后，机翼所产生的升力大大降低，在飞机重力的作用下，飞机很快地就失掉高度，严重地威胁着飞机和机上人员的安全。

当然，发动机停车后的飞机，可以依靠惯性继续滑翔一段时间，而不象地面车辆那样，发动机停车就不能行驶。停车高度越高，靠惯性滑翔的时间就越长。飞行员一旦发现停车，可以在惯性滑翔的时间内，争取时机，在空中再次起动喷气发动机。

那么，怎样在空中再次起动发动机呢？喷气发动机停车时，飞机依靠惯性继续滑翔飞行，就有空气冲入发动机内，吹动转子上的叶片转动，这和我们常见的风车转动原理是一样的，所以称为“风车”状态。由于发动机在转动，所以不象在地面起动时，需用专门的起动机，将发动机转子带转，使空气进入发动机并使保证发动机工作的附属系统开始工作，而只要打开供油的电磁开关，燃油就可以继续喷入燃烧室。因此，空中起动时，只需要接通空中点火电门，发动机也就同时喷油，在合适的飞行速度和高度范围内，发动机就有可能在空中重新起动起来。不过，在实际飞行中，如果发生空中停车情况，由于再次起动所需要的飞行速度和高度条件，往往不容易那么合适，因此起动成功也是有相当困难的。这要求飞行员具有沉着、坚定、勇敢无畏的革命精神，以及熟练的飞行技术。本期《当高空停车的时候》一文所介绍的两位共产党员，就是以对革命事业高度自觉的责任心，战胜艰难险阻，在空中重新起动成功的。

当然，如果发动机转子机件损坏、卡住，不能产生风车状态，就不能再次起动，就会造成各种事故。所以，保证喷气发动机工作可靠是对设计工艺人员的重要要求之一。

喷气发动机为什么会在空中出现停车呢？这主要是由于发动机燃烧室熄火造成的。下面我们先简略地介绍一下与飞行条件有关的发动机稳定燃烧的概念，然后谈一谈燃烧室熄火的原因。

发动机的稳定燃烧

本刊第一期的《喷气推进原理》一文已经介绍过，目前在喷气式飞机上一般都安装涡轮喷气发动机作动力，这种发动机主要由进气道、压气机、燃烧室、涡轮和尾喷管组成，它利用燃油在发动机燃烧室中与高压空气混合燃烧得到的热能，使流进发动机的空气，最后以高速由尾喷管向后喷出，从而获得推进飞机高速飞行的动力。

喷气发动机通常采用煤油作燃油。航空煤油是碳氢化合物，与空气中的氧产生化学反应（叫燃烧）生成二氧化碳和水蒸气，同时放出大量的热，使一公斤燃油完全燃烧所需要的最少空气量称为理论空气量，发动机工作时和一公斤燃油相混合的空气量叫做实际空气量，后者与前者的比值叫做余气系数，用 α 表示。从理论上看，$\alpha=1$ 的混合气燃烧时，燃油能够完全烧完，氧也没有剩余。实际上，由于各种因素的影响，并不能达到完全燃烧。但是人们用 α 作为贫油和富油的标准。α 大于1时，油少氧多，燃油能完全燃烧，氧气有剩余，称为贫油混合气；α 小于1时，油多氧少，燃油不能完全燃烧，氧气不够，称为富油混合气。对于具体的发动机来说，都规定了允许 α 变化的范围，称之为稳定燃烧范围。超过这一范围，发动机就会极度地贫油或

者富油，燃烧不稳定，甚至熄火，导致发动机停车。

造成燃烧室熄火的因素

那么，飞机在飞行中，有哪些因素会使发动机燃烧室熄火呢？

操纵不当 各种飞机对于飞行高度、速度和飞行员在空中的动作都有一定的限制和规定。尤其是高空飞行时，要求飞行员操纵油门的动作必须柔和，不能太猛。如果飞行员加速或减速时，动作过猛，发动机的油门突然开大或者关小，发生瞬时的极度富油或者贫油，超过了允许的火焰稳定燃烧范围，就会造成空中停车。飞机转弯过猛，特别是对于进气道在翼根处的飞机，也会造成某一侧的进气在一瞬间内大大减少，使进入燃烧室的空气减少而形成富油熄火停车。

高空熄火 飞机过度地跃升高空，周围空气稀薄，密度小，燃烧室进口压力降低，不利于燃油的雾化和蒸发，不利于燃油与空气掺混，使得发动机在高空容易熄火。

燃油系统发生故障 燃油中的脏物有锈、砂、土、积炭、水、纤维……等，绝大部分是锈。这些脏物数量较多时，可能阻塞油滤，卡死油泵、活门、柱塞等。因此，保持喷气发动机燃油的清洁，是很重要的。另外，喷气发动机燃油中含有一定比例的水份，在一定条件下，水份会在低温下分析出来冻结成冰，堵塞油滤或冻住活门，使燃油系统工作不正常，造成供油中断或者供油不正常，引起空中停车。

滑油系统发生故障 喷气发动机内高速转动的轴都是用滚动轴承支承的，这些轴承需要供应滑油进行润滑和冷却。如果滑油系统中混入较多的金属屑或其它脏物，轻则使轴承摩损加剧，重则堵住滑油喷嘴，使滑油中断。有时，滑油泵轴折断或滑油系统漏油，也会造成滑油供应不足。当供油中断或供油大减时，轴承干摩擦，发热量大大增加甚至变形，使转速下降。但是燃油供应的自动调节机构要维持发动机转速不变，于是增加燃油的供应量，造成极度富油熄火停车。

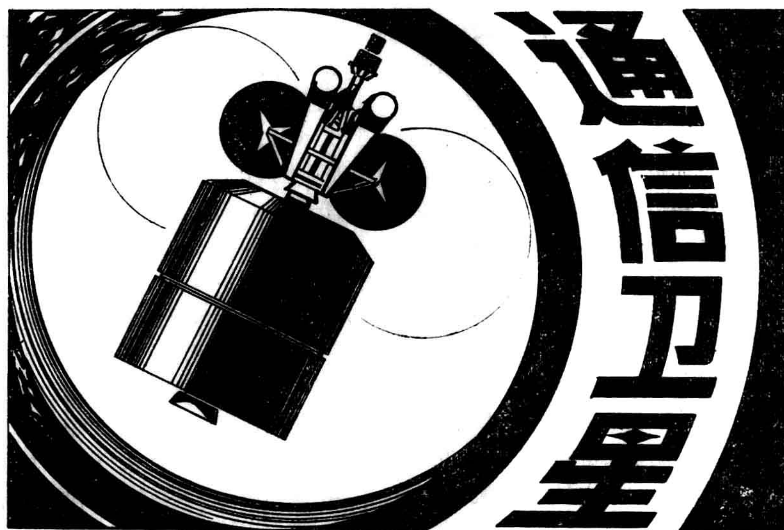
发动机发生喘振 各种类型的喷气发动机，在其工作过程中，都会遇到一个共同的问题——发动机的喘振。所谓喘振，是发动机在低速时，进入压气机前几级叶片的气流方向同叶片型面之间的夹角超过了一定的限度，使流入叶片通道内的气流不能紧贴着叶背，而在叶背处形成旋涡，叫做气流分离。气流分离就会使气体的压力显著下降，气流的密度随之减小，体积随之增大，因而压气机后几级的叶片通道面积就不能使全部气流通过，形成气流在后几级的堵塞现象。堵塞后就把一部分气流往回顶，造成空气倒流。倒流之后，仍在旋转的压气机又将气流吸进来，然后又形成倒流，结果，一部分气流在压气机中来回流动，发出劈拍的振荡声，这种现象，称为喘振。所以，在喷气发动机中都有防喘措施，防止发动机喘振。虽然如此，发动机在偶然的情况下可能发生喘振，一旦发生喘振，在气流向前倒流的瞬间，进入燃烧室的空气量减少，而供油量却保持正常，这时不仅使燃烧室出口温度大大增加，超出允许的数值，而且还可能使燃烧室中的混合气过分富油而熄火，造成熄火停车。喘振严重时，飞机会剧烈抖动，叶片被振断或振裂，发动机排气温度急剧上升，转速下降，甚至使发动机烧毁，造成严重事故。

吸入废气 双机编队飞行或多机飞行时，后面的飞机吸入前面飞机的发动机排出的燃气。或者吸入飞行中发射武器时产生的烟雾。在这两种情况下，发动机吸入了废气，必然又相应减少了从大气中吸入的空气量。燃烧室所需的氧气量也相应减少，而供油量不变。当氧气减少到一定程度时，就不能维持稳定燃烧而熄火停车。

喷气发动机在空中停车，从燃烧的角度上分析，大体有以上几种情况。机件损坏、飞机进气道与发动机匹配不好，也可能造成空中停车。遇到空中停车，飞行员必须沉着、果断，要争取迅速判断出空中停车的具体原因。这一般都是根据飞机的飞行状态，飞机和发动机的仪表指数，以及飞行员的经验、感觉来判断。对待不同类型的空中停车，要相应采取不同的措施。例如，对于燃油系统、滑油系统、机件损坏引起的停车，就不能再在空中起动。对于其它几种情况，则可以按规定的飞行速度、高度范围，打开空中点火电门进行空中起动。有的飞机在进行空中起动时，还自动补给适量的氧气，以改善空中起动性能，空中起动一次不成功，还可以再次起动。

空中停车最危险的情况，是出现在对敌攻击、地面起飞及转弯着陆时。万一出现了空中停车现象，飞行员要发扬勇敢战斗、不怕牺牲的革命精神，迅速采取应急措施。

为了防止空中停车，保证飞行安全，首先要不断改进喷气发动机的设计和制造，从结构上采取有效措施，杜绝前述可能导致不稳定燃烧的隐患。但是，由于影响空中停车的因素较多，很难完全避免。因此，在设计时，还应该尽量提高发动机在高空再次起动的能力。因为，一次起动不成功，还有一定的高度可以继续进行再次起动。从飞机设计上来讲，民航飞机一般都采用两台或多台发动机，以保障旅客的安全。当一台发动机停车时，飞机还可以利用其余的发动机继续飞行；不少军用喷气战斗机，也采用两台发动机。

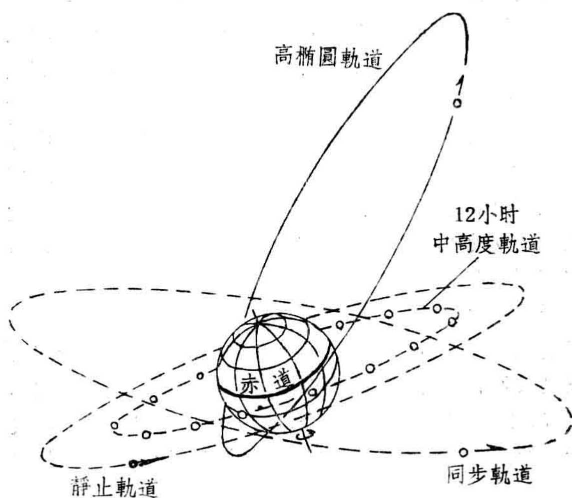


通信卫星

汪　一　飞

卫星通信具有距离远、容量大、可靠性高、灵活性强等特点。目前，通信卫星在军用和民用通信中都占有重要的位置，越来越引起人们的重视。

通信卫星的由来和发展，已在本期《从短波通信到卫星通信》一文中作了介绍。可是，通信卫星的结构如何？它又是怎样工作的？……读者一定很感兴趣。下面就来谈谈这方面的几个问题。



图一　几种轨道示意图

通信卫星的轨道

在谈通信卫星本身以前，我们先介绍一下通信卫星的轨道，因为卫星的复盖面积（指卫星发射天线电波束复盖地球的面积）和可见度主要取决于它的轨道。

通信卫星轨道分圆形轨道和椭圆形轨道两种。轨道平面与赤道平面可成不同夹角（或叫倾角)。倾角为零度时称为赤道轨道，九十度时则称为极轨道。轨道高度在一至五千公里间（周期为二至四小时）称为低高度轨道，高度在五千至二万公里间（周期为四至十二小时）称为中高度轨道，高度约为三万六千公里（周期为二十四小时）称为同步轨道。赤道平面上的同步轨道称为静止轨道，因为这时卫星相对地面是静止不动的。几种轨道如图一所示。

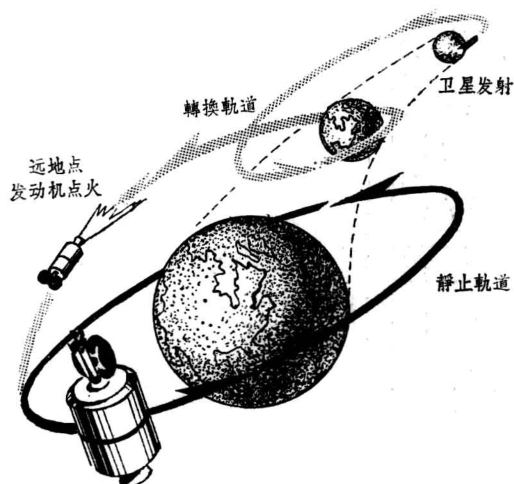
低高度和中高度轨道通信卫星有下列缺点：卫星处在辐射带的强烈辐射下，卫星经常出入地球阴影区；复盖面积小；连续通信时间短，地面站必须不断捕获和跟踪卫星。所以，目前通信卫星多数用同步轨道。

通信卫星的入轨

通信卫星要想进入同步轨道，首先需要依靠一枚三级运载火箭将其射入椭圆转换轨道。卫星在转换轨道中，要进行自旋来实现卫星的姿态稳定。当卫星转换到远点约三万五千八百六十公里高空时，卫星上的远地点发动机根据地面管理中心的指令点火，使卫星的运行速度达到每小时约一万一千零七十公里（这是卫星在地球同步轨道上所必需的速度)。借此速度，卫星进入同步轨道。然后启动卫星的姿态控制喷嘴，对卫星的轨道进行精确修

表一　同步卫星发射过程

程序	操　作　事　项
1	第一级火箭点火
2	第一级火箭熄火、脱落
3	第二级火箭点火
4	卫星外罩脱落
5	第二级火箭熄火、脱落
6	使第三级火箭与卫星自旋、第三级点火
7	第三级火箭熄火，与卫星分离
8	确定转换轨道
9	卫星转到同步高度时（远地点三万五千八百六十公里），远地点发动机点火，进入同步轨道，并进行精确修正，然后进入工作岗位。



图二　轨道转换过程示意图

正，这样卫星进入了它原定的工作岗位。同步卫星的发射和轨道转换过程，可参阅表一和图二。

同步轨道卫星，因受地球、月球和太阳等的吸引力的影响，而缓慢移动。为了使卫星保持在指定的工作位置，还必须对卫星的轨道和姿态随时进行修正。

通信卫星的组成部分

通信卫星实际上是一个送到轨道上的地面通信中继站。虽然通信卫星的型号很多，其外形不同，结构不一，但其主要组成部分基本上是相同的。图三所示是目前正在使用的一种通信卫星。通信卫星主要由通信系统、电源系统、姿态控制系统、遥测指令系统和热控制系统组成。图四是典型的同步通信卫星方块图。

一、通信系统：包括天线系统和转发器。

天线系统：通信卫星的天线与地面天线不同，需要体积小，重量轻。其形式根据所用频率和应用目的不同而不同。总的说来，遥测指令常采用全方向性的甚高频天线，一般用鞭状天线，螺旋形天线或绕杆式天线。通信则用微波天线。早期的单旋转稳定卫星的天线用环形方向图天线。而双旋转稳定（机械消旋）的或三轴稳定的卫星，可用通常微波天线。同步卫星复盖全球的波束宽度为十七点三度，在其上还可设置窄波束（小于十七点三度）的高增益天线。

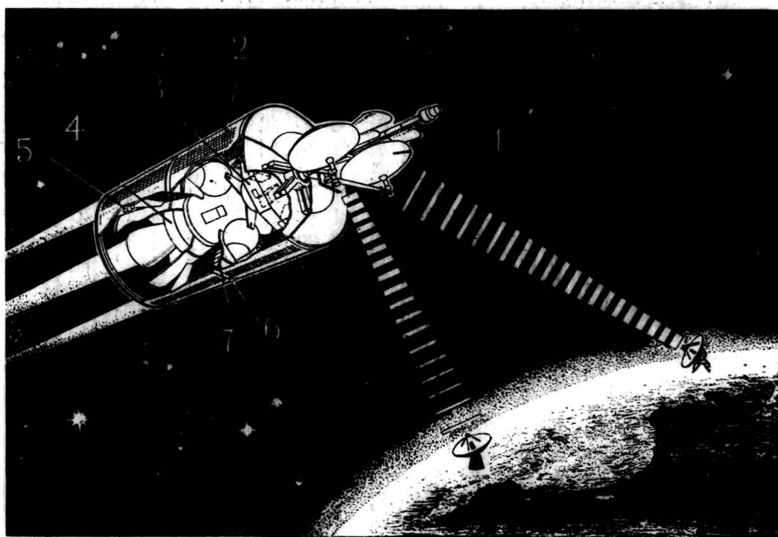
转发器：它包括接收机，发射机和本机振荡器。接收地面站来的信号，经放大，变换频率后再发射。或接收各个地面站来的信号，进行组合后调制到另一载波上。如何处理取决于所用调制方式和通信方案。本机振荡器频率通过遥测系统送到地面站作为收发的导频。其简化方块图见图五。接收天线来的信号经过带通滤波器到输入放大器，滤波器防止其他频率的信号进入，特别是防止卫星发射机来的信号进入。输入放大器通常是一个多级隧道二级管放大器或一个参量放大器。然后到变频器，它防止从输出到输入的反馈。然后经激励级、功放级，带通滤波器到发射天线。激励级是另一个隧道二级管放大器或中功率行波管。功放级通常是一个四到十瓦的行波管。带通滤波器用来抑制通带外的畸变产物。有时采用二次混频，将中频变到较低的频率。转发器的总增益（包括接收天线增益）大致为105—125分贝。

二、电源系统：

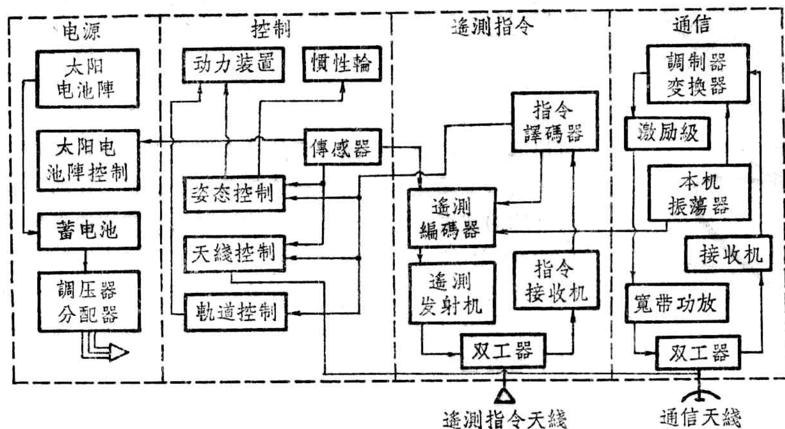
目前，通信卫星在空间工作寿命约五年左右，所需电力较大，一般采用太阳电池作基本能源。太阳电池是把太阳辐射的光能直接变成电能的装量。通常用N—P型硅单晶，制成几平方厘米的小块、串联后构成太阳电池板，装在卫星表面。当卫星进入地球阴影区时，需用蓄电池作为二次能源与太阳电池并用。常用的蓄电池是镍镉电池，电源系统还包括使电压稳定的控制电路。

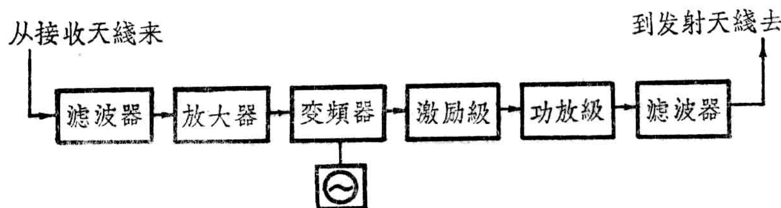
三、遥测指令系统：

它是地面控制的执行机构和卫星状态的监视机构。包括遥测编码



图三　1. 天线　2. 太阳能电池　3. 电子设备航　4. 远地点发动机　5. 轴向姿态喷咀　6. 经向姿态喷咀　7. 蓄电池组





图四（上图） 典型的同步通信卫星方块图　　图五（下图） 转发器简化方块图

器，遥测发射机以及指令接收机和译码器、它将卫星的姿态、温度、电源和设备工作状态信息变成电信号，经过编码发送到地面，并接收从地面站来的指令，经过译码由控制装置操作。

四、姿态控制系统：

为保证卫星在飞行中具有所需姿态，需要姿态控制。如通信卫星必须使天线波束指向地面，或使太阳电池阵朝向太阳。姿态控制的方法有旋转稳定，重力梯度稳定，磁力稳定，以及重力梯度和磁力稳定相结合的复合系统。目前，通信卫星一般用旋转稳定，这种技术比较简单。早期为单旋转稳定，后改为双旋转稳定，即在卫星本体上装上同轴的机械消旋（反自旋）天线。机械消旋是利用卫星上的地球传感器的描地脉冲作基准，使驱动电机带动天线以与卫星自旋相同速度进行反旋，保持天线波束指向地心。最近又提出陀螺仪旋转稳定的概念，使得在消旋体上可安装多种不同天线。对于同步轨道卫星来说，还需位置控制系统使卫星能保持在其规定的位置上。

五、温度控制系统：

卫星的许多部分必须保持在一定的温度范围内。如：需要解决电子设备因耗功散发出来的大量热量和控制蓄电池的温度等，主要利用无源温控法（即利用传导，辐射并辅以涂层，绝缘和吸热等方法）来控制温度。有些系统则需用有源温控法（用加热器），如：防止卫星在轨道上运行时液体燃料发生凝结。

通信卫星应用很广，不仅用于国际和国内通信，还可用于直接广播电视、空中交通管理和海上通信等，越来越被人们所重视。

题图设计：王国伦



朝气蓬勃的机组

本栏解说：陈长芬

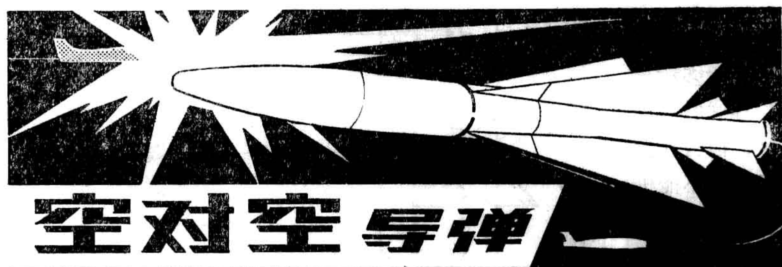
北京的初冬，阳光灿烂。在北京东郊的首都机场上，我国民航的一架定期班机准备起飞了。朝气蓬勃的民航机组人员，在机场候机室前宽阔的停机坪上，正向着他们服务的飞机走去，准备踏上新的征途。这就是读者们从本期封面照片上所看到的情景。

在毛主席革命路线指引下，在无产阶级文化大革命和批林整风运动推动下，我国民航事业获得很大发展。新的航班和新的航线不断增加。目前，我国国内以北京为中心的八十多条民用航线，连接着全国七十多个城市。近年来，由于大型喷气客机相继加入航线飞行，进一步缩短了空中旅行的时间。现在，从北京到广州的空中飞行时间，只要两个半小时；从北京到上海的飞行时间，则只要一个半小时。

我们在照片上看到的这个机组，就是在一架大型喷气客机上工作的。每架这种大型喷气客机，在国内航线飞行，可以载客一百五十名左右。每架飞机一般配备民航空勤组人员十一名，其中正、副驾驶员各一名，领航员一名，报务员一名，机械员一名，乘务员六名。

解放以来，我国举办的初、高级航空学校，为民航培养了大量的空、地勤技术人员。目前，航行在各条航线上的我国民航喷气客机的空勤人员，以及从机场建设、通讯联络到飞机维修、发动机翻修的工程技术人员，都是我国自己培养的。

封面这张照片，是去年十一月中旬采访北京——广州航班飞行前拍摄的。用的是日光型彩色反转片，胶卷速度十九定，光圈在八和十一之间，速度一百二十五分之一秒。



空对空导弹

高　　翔

空对空导弹是航空武器的一种。早在第二次世界大战期间，就有初期的空对空导弹出现。战后许多国家相继开展了空对空导弹的研制工作。至今，世界各国已究制出五、六十种不同型号的空对空导弹。

空对空导弹主要是从歼击机上发射，用以攻击敌机的武器。也有配备在轰炸机上作为自卫武器的。当敌机进入导弹攻击区域时，飞行员即发射空对空导弹。导弹靠发动机增速，使其很快离开发射导弹的飞机(载机)，以很高的速度飞向敌机。导弹在飞行过程中，靠制导系统将其引导到敌机附近。当导弹进入适当位置时，导弹的引信引炸战斗部，将敌机摧毁。使用空对空导弹攻击敌机的过程如图一所示。

结构特点

空对空导弹一般由以下几部分组成：一、动力系统；二、引爆系统；三、制导系统；四、弹体和翼面。空对空导弹典型结构如图二所示。

由于空对空导弹是装备在飞机上，因此，空对空导弹的重量和尺寸都受到一定的限制。其重量一般在五十至二百公斤范围内，而弹长多在二至四米范围内。空对空导弹的弹径比较小，一般都在零点一二到零点四米之间。

空对空导弹的气动外形，是由其工作的环境及对其提出的战术技术性能要求所决定的。因此，空对空导弹大都是有翼结构，弹体一般细而长，头部呈锥状或卵状，弹翼和舵面一般是采用典型的“+”和“×”形配置（即有两对弹翼和两对舵面）。活动舵面装在固定弹翼前面的，称为“鸭式”配置，如“响尾蛇”空对空导弹；活动舵面装在固定弹翼后面的，称为“正常式”配置，如“火光”空对空导弹。“响尾蛇”和“火光”导弹外形如图三所示。

有些导弹的气动外形配置则比较特殊，如“玛特拉”R—511空对空导弹采用鸭式舵面和单弹翼，“麻雀”空对空导弹的弹翼是活动的(即旋转弹翼)，尾部的安定面是固定的。而“猎鹰”空对空导弹是“无尾式”的。这几种导弹的外形如图三所示。

由于空对空导弹高速飞行时间很短，气动加热的温度不很高，因此，现有空对空导弹基本上都是采用轻合金结构。

制导方式

空对空导弹之所以不同于航空火箭弹，就是因为它有制导，因而命中率能大大提高。空对空导弹的制导方式很多，从现有空对空导弹来看，制导方式大致可分为三大类：

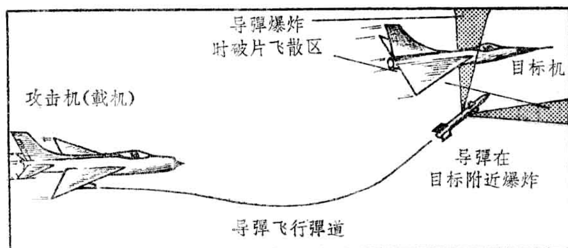
一、指挥式制导：

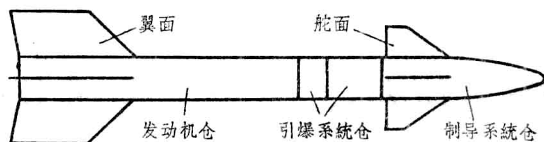
这是一种最早的空对空导弹的制导方法，它又分有线电指挥式（如X—4）和无线电指挥式（如HS--298和AA20）两种。

指挥式制导的空对空导弹发射出去后，能加以控制。这种制导方法的优点在于：导弹能向着飞机驾驶员选定的目标飞行。因此，它不易找错目标，适用于混战和对成群飞机的攻击。其缺点是：每次只能控制一枚导弹不能齐射，易受气象条件的限制，在能见度较差的情况下，不宜使用；无线电指挥式的易受敌人干扰，有线电指挥式的射程较近。这种制导方式比较落后，因此，只有少数的空对空导弹采用这种方式。

二、驾束式制导：

驾束式制导也是最早的一种制导方法。导弹发射后，沿着载机雷达（该雷达照射并跟踪目标）波束





图二　空对空导弹典型结构简图

图一　如左　空对空导弹攻击敌机示意图

中心飞行，由于载机雷达波束中心始终对准目标，因此，沿着载机雷达波束中心飞行的空对空导弹就能命中目标。这种制导方法的优点是：能连续发射多枚导弹；弹上设备比较简单。但它的缺点是：导弹容易脱离波束而不命中目标；对载机的限制较大，因为在发射导弹后，载机需始终用雷达波束照射目标，不能机动飞行，这就容易被敌人所攻击。因此，这种制导方法没有被广泛采用，只有“麻雀”I、“闪光”和“碱”AA—1等空对空导弹采用这种制导方法。

三、寻的制导：

寻的制导是指导弹根据目标的某种特征（如光、热、雷达回波），能自动追踪目标的一种制导方法。

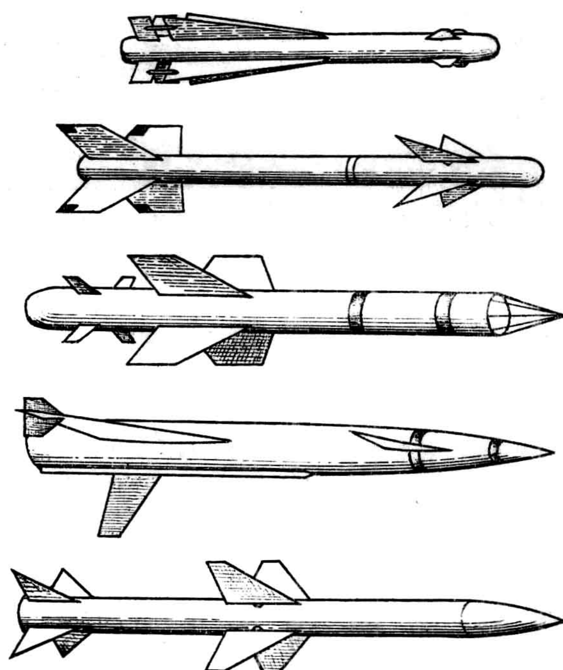
寻的制导的准确度比较高，导弹发射后，不需要驾驶员的操纵，导弹能自动地追击目标。导弹还可以齐射和速射，因此，在空对空导弹中，寻的制导方式被广泛采用。

寻的制导按其作用原理，可分为主动寻的，半主动寻的和被动寻的，其工作原理见图五。主动寻的是指导弹自己对目标发出信息，并接收从目标反射回来的信息跟踪目标。半主动寻的则由载机向目标发出信息，导弹接收从目标返回的信息追踪目标。被动寻的则完全依靠目标所幅射的能量（光、热）进行跟踪。

寻的制导，按其能源又分光学寻的制导，雷达寻的制导和红外线寻的制导。

光学寻的制导，是利用目标的光学特征进行跟踪的制导系统。这是一种被动寻的系统。这种制导易受气候和能见度的影响，因此，在使用上受到限制。目前，只有“玛特拉”R510导弹使用这种制导系统。

雷达寻的制导，是利用雷达波进行制导。制导雷达装在导弹上，则称为主动寻的制导，这种制导方法，虽然有一定的优点（如载机发射导弹后可以机动等），但由于弹上设备比较复杂和笨重，因此，在空对空导弹上应用的只有“麻雀”II型导弹。制导雷达装在飞机上，弹上只装有接收机的，称为半主动雷达寻的制导。这种制导方法与雷达主动寻的制导比较，弹上设备简单，因此，较多的空对空导弹采用这一方法。如“麻雀”III、“猎鹰”AIM—4E、“响尾蛇”1C



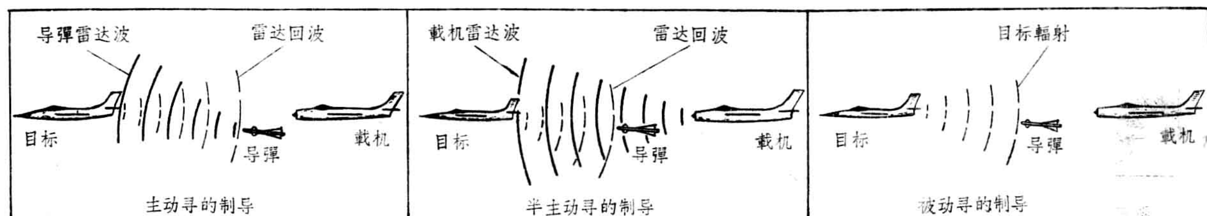
图三　由上至下：猎鹰、响尾蛇、火光、玛特拉R 511、麻雀I

AIM—9C、“玛特拉”R 530等。

红外线被动寻的制导，是利用目标（发动机或飞机蒙皮）幅射的红外线进行制导的。这种方法受到气象条件的限制较大。如在阴雨时，不宜使用，因为红外线易被大气中的水份所吸收。然而红外线被动寻的制导，弹上设备比较简单、可靠，导引精度较高，所以仍被各国广泛采用。如“猎鹰”AIM—4B、“火光”、“红头”、“玛特拉”R550等。

动力装置

空对空导弹需要有比载机更大的速度，同时，现代歼击机的空战时间很短，要求空对空导弹发射准备时间短，能迅速处于战斗状态，所以空对空导弹动力的重担就自然地落到了固体火箭发动机的肩上。目前，空对空导弹基本上都是采用固体火箭发动机作动



图四　寻的制导工作原理图

力，因其储存和使用方便，且比冲量较高。火箭发动机的作用就是迅速地把导弹加速到很高的速度，使导弹在弹道被动段（发动机熄火后的一段），靠惯性力仍保持很高的速度追击目标。

在多数情况下，空对空导弹上只装有一台发动机。它迅速地把导弹加速到最大速度。发动机工作完毕后，导弹继续靠惯性飞行。由于空气阻力，速度逐渐降低。

也有装两台发动机的情况，即发射时使导弹加速的助推发动机和保持接近常速的续航发动机，如“闪光”空对空导弹。

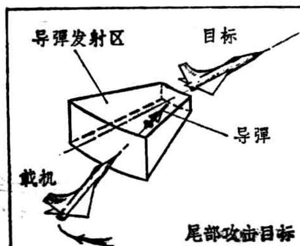
现况及发展趋势

空对空导弹的发展已有二十多年的历史了。在这二十多年中，由于战术要求的改变和科学技术的进步，空对空导弹获得了迅速的发展。

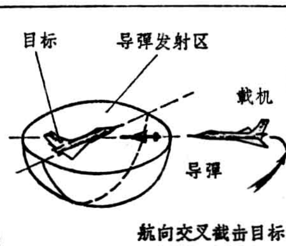
按空对空导弹的发展，大体上可以分为三个时期。最初十年，即一九四六至一九五六年，当时出现的轰炸机，如B—29、B—36等，速度比歼击机低，但它有很强的自卫武器，歼击机不易用机炮将其击毁。为了增强歼击机的火力，能在轰炸机自卫武器射程之外将其击毁，于是出现了空对空导弹。如“麻雀”I、“麻雀”II、“猎鹰”AIM—4、“响尾蛇”1A AIM—9B、“闪光”、“火光”、“玛特拉”R511等。这些都是空对空导弹的初期型号，也可以称为第一代空对空导弹。其特点是：它的战术使用基本上都是尾追攻击的（如图五所示），制导方式比较原始，虽然也有用雷达半主动和红外线被动制导的，但也都比较简单，发动机多采用单极推力的固体火箭发动机，它的速度、射程都不太大，导弹的机动性差，命中率不高，对付机动性大的目标就更差。

一九五五年至一九六〇年出现了超音速轰炸机，此时歼击机从尾部攻击轰炸机的优势被减弱了。为了提高歼击机使用空对空导弹的效率，对空对空导弹的设计提出了新的要求。为了满足这些要求，在五十年代后半期到六十年代前半期，出现的空对空导弹“猎鹰”AIM—4E、“麻雀”IIIA AIM—7D、“红头”、“玛特拉”R·530等，都反映了这个时期空对空导弹的特点：导弹能尾追侧向和迎头攻击，且适用于全天候使用（如图六所示）；导弹的射程、速度和使用高度都有所增加；提高了战斗部的威力，装上了核战斗部（“核猎鹰”AIM—26A）；改进了制导系统，采用了抗干扰措施；改进了载机上的火力控制系统，使导弹能够拦射和快速自动发射。这样，导弹、飞机和火力控制就组成一个武器系统的整体。这个时期的空对空导弹，也可称为第二代空对空导弹。

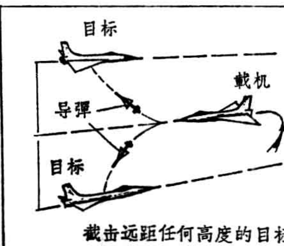
到了六十年代后半期，研制的空对空导弹向着远距和近距格斗两个极端发展。由于防空系统的加强，入侵的敌机需要从远距实施攻击或超低空突然袭击。为了对付这类远距离攻击和超低突然袭击的轰炸机，又研制了能对付来自任何高度及可进行远距攻击的空对空导弹（如图七所示），这就是所谓第三代空对空导弹。如“猎鹰”AIM—47A、“不死鸟”AIM—54A等。“猎鹰”AIM—47A是“猎鹰”族导弹中最大的型号，重量约为三百六十斤。它是一种全高度、远距离的空对空导弹，能从一百六十公里以外发射，并能向上向下攻击，从而可截击高度从几十米到二十四～二十九公里范围内的目标。在六十年代后期，人们感到现有的空对空导弹也不能满足担负截击和近距空战任务的需要，为此，世界各国现正在研制专门用于近距空战的导弹，即所谓“近距格斗”空对空导弹，其攻击方式如图八所示。这就是未来几年内将要使用的空对空导弹。在这些新研制的空对空导弹未投入使用之前，又在原有的空对空导弹的基础上改进，用于近距格斗，这种导弹称为“过渡型近距格斗”空对空导弹。目前，各国正在研制的“近距格斗”空对空导弹有：“敏捷”、SRAAM、“玛特拉”R·550等。这些导弹的特点是：一、采用红外制导系统，大大提高了灵敏度，可以敏感目标机的气动力幅射能。二、采用了推力矢量控制（如“敏度”和SRAAM）和双鸭式空气动力舵面（“玛



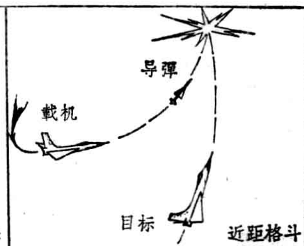
图五 第一代空对空导弹攻击示意图



图六 第二代空对空导弹攻击示意图



图七 第三代空对空导弹攻击示意图

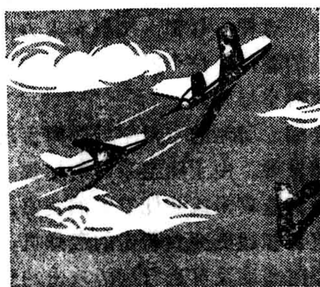


图八 未来几年内将出现的空对空导弹攻击示意图

特拉”R·550)，使导弹机动性大大提高。三、缩短了最小发射距离，最小发射距离一般为三百～五百米。据报导，这些新研制的空对空导弹，只有“玛特拉”R·550可能在一九七四年提供使用，而其它几种近距格斗导弹，都正在研制，预计在七十年代后期或八十年代初期提供使用。

事物总是一分为二的。空对空导弹虽然具有射程远、命中率高等优点，但也存在一些缺点。如需要复杂的火力控制系统配合使用，成本高，与机炮（枪）或火箭弹相比，导弹的体积和重量大，一架飞机装备的数量有限(一般为二至六枚)，使歼击机的攻击力量受到限制。所以，在现代歼击机上，一般都同时配备有空对空导弹和机关炮（枪）或火箭弹。

绘图：焦玉麟



比翼齐飞

南京部队空军某部　王声线　谢则森

长机飞行员陈福穆和僚机飞行员高金钟，在训练中互相学习，增强团结，练出了一套拖不垮、冲不散的编队本领。平时练好武，战时同歼敌，

阳光灿烂，银燕展翅。空军某部正在紧张地进行飞行训练。一对英姿焕发的飞行员正在飞行员休息室旁的草地上认真地进行地面演练。长机是中队长陈福穆，僚机叫高金钟。大家称赞他们是对好双机。

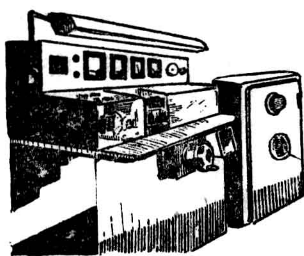
陈福穆和高金钟所在的部队，是一支在抗美援朝和国土防空作战中屡建战功的部队。他们俩参观部队光荣史陈列室，一幅英雄长僚机的照片吸引住他们。当年，一级战斗英雄王海和二级战斗英雄焦景文，是一对长僚机，他们紧密团结，互相配合，先后击落击伤敌机十三架。英雄的事迹激励着这一对年青的长僚机。陈福穆和高金钟心里暗暗下定决心，要以英雄长僚机为榜样，加强团结，平时练好武，战时同杀敌。

陈福穆和高金钟在训练中互相学习，取长补短。进入夜航课目后，高金钟因为是初次在这种机型上飞夜航，技术掌握的还不熟练，进度靠后，产生一些急躁情绪。中队长陈福穆看出高金钟的心思，找他谈心，鼓励高金钟在打技术基础上多下功夫，争取更好的飞行质量，不计较飞行进度的前后，一席话说的高金钟心里热乎乎的。陈福穆还针对高金钟的技术难点，介绍了自己在操纵要领和注意力分配上的体会，具体帮助解决技术难点。高金钟经过一段时间带飞，很快跟上了队。他们为了练出战时互相掩护、不失时机地消灭敌人的本领，经常进行长僚机位置互换训练。陈福穆在僚机位置上的编队，开始感到比较生疏，特别是作上升转弯动作时，和长机距离拉得大，他就请僚机经验比较丰富的高金钟介绍经验，找出了拉距离的原因，提高了编队技术。现在他们终于练出了一套拉不垮、冲不散的编队本领。

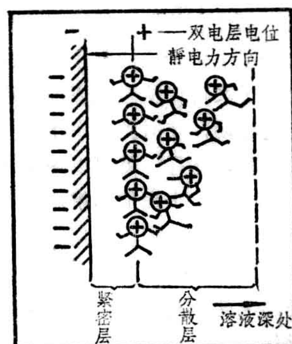
他们严于责己，不断增强着团结。一次，他们飞双机穿云练习，按照规定要求，穿云下降着陆时，长僚机之间要拉开一分多钟的安全距离。可着陆时，他们的间隔时间少了，长僚机之间的距离靠近了。原因在哪里？是谁的动作不准确造成的？下了飞机以后，还没等高金钟开口，陈福穆就主动检查自己转弯时坡度偏小，缩短了间隔时间。高金钟看到和自己朝夕相处的长机处处严格要求自己的精神，心里很受感动，也检查了自己在空中记时不准确的毛病。俩人边走边谈，肩，并着肩，心，贴在了一起。他们不仅消灭了一个训练中的隐患，重要的是更增添了战斗情谊。

团结就是力量。一次合练，“敌机”出现在我防区上空，上级指挥所命令他们双机在指定的地段里，坚决地把它“消灭”掉。塔台上的兰色起飞旗刚一挥动，双机就象利箭直奔战区。无线电里不断传来敌机位置的通报。高金钟紧紧地跟随长机，编着有利的战斗队形。“敌机”的距离越来越近了，三十公里，二十公里，一个黑点出现了，这就是“敌机”！“我攻击”陈福穆的口令刚刚发出，“我掩护”高金钟坚定着回答着。只见，银燕一前一后，一上一下，有时跃升，有时翻滚，轮番向“敌机”攻击，胜利地完成了任务。

发动机在欢唱，伴随着他们胜利返航，又“似战鼓催征人”，激励着这对年青的双机，团结战斗去争取新的胜利。



电解加工



——谈电解切削在航空发动机制造中的应用

丁 立 铭

电解加工是最近十几年来出现的新工艺，能加工硬、韧、脆的金属材料和形状复杂的零件。在航空发动机制造中，发挥了日益显著的作用。

第二次世界大战后，航空技术飞速发展，飞机飞得愈来愈快。发动机的推力随飞行速度而增高。因此，从发动机燃烧室流出的燃气温度也愈来愈高。随着燃气温度的提高，大推力发动机大量采用了高强度高温合金材料以及气冷结构。气冷结构的采用是当前大推力发动机在结构上的一个显著特点。

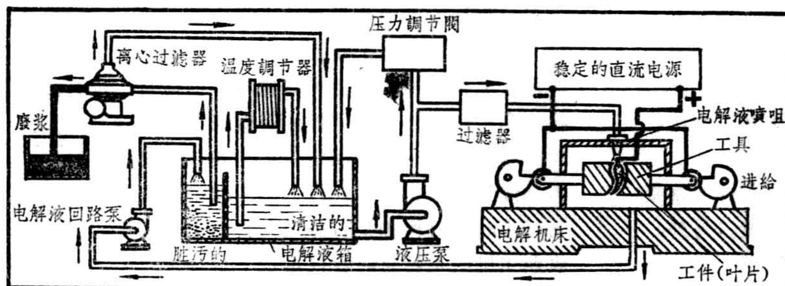
此外，为了提高飞机的飞行速度，还必须尽量减轻发动机的重量，提高发动机单位重量产生的推力。这样，就要在保证发动机安全工作的条件下，对零件的结构材料精打细算，把多余的材料全部去掉，因而，使零件的形状很复杂。零件结构形状日趋复杂，是大推力发动机在结构上的另一个显著特点。

由于高强度高温合金和气冷结构的广泛应用，零件形状又日趋复杂，给发动机制造带来很大的困难。因此，发展了一种不用刀具切削的电化学加工新工艺——称之为电解加工。近年来，电解加工在发动机制造中，发挥了日益显著的作用，取得了良好的效果。

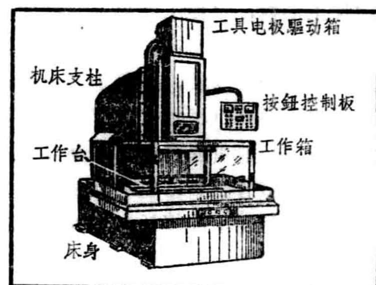
电解加工实质上是电能与化学能的综合利用。电解加工的基本原理就是金属的电解作用。

金属在电解液中要产生离解作用，例如铁在氯化亚铁水溶液中，表面产生离解，生成铁离子进入溶液中。铁失掉正离子后，表面就带上了负电荷。金属在电解液中，离解出正离子后，在静电引力的作用下。其表面附近就堆积一层带正电荷的金属离子。没有外加能量时，金属在电解液中离解有一定的限度。因为在金属表面产生带正电荷的金属离子层与带负电荷的金属表面之间会产生静电场。静电场的方向与金属离解的方向相反，所以，静电场阻碍金属继续离解。

在金属表面与其附近堆积的金属离子之间所建立的电层，我们称为双电层。和平行板电容器一样，双电层也有电位差。如果双电层电位产生的静电力，小于金属离子从金属表面跑出的离解力，那么，金属离子就会不断地从金属表面跑出来；如果双电层电位的静电力大于金属的离解力、则静电力就会把跑出来的金属离子赶回金属表面，使它又沉积在金属表面上。因此，双电层电位可以表示金属在溶液中，是趋于离解还是趋于沉积的性能。右上图所示为金属离解后所建立的双电层。



卧式电解机床工作原理图



立式电解机床外形图

如果加一个外加电压，使它的电位方向与双电层电位相反，而使它的电位值比双电层电位高，那么就可抵消双电层电位产生的阻止金属离解的静电力。这时，金属离子又可以从金属表面离解出来了。如果使电解液快速流动，及时把离解出的金属离子冲走，使它来不及沉积。这样，就可以使金属离子畅行无阻地从金属表面跑出，金属的离解就可持续进行。这个过程就是金属的电解过程。金属在电解过程中，表面金属会不断脱落而去除掉。

电解加工就是利用金属的电解过程，将工件加工成一定形状。

电解加工时，把工件接在直流电源的阳极，把与零件形状相反的工具接在阴极上，工件与工具之间保持很小的间隙。用液压泵使一定压力的电解液从间隙中高速流过，于是工件表面的金属，就按照工具阴极的形状迅速电解。电解产物及时被高速流动的电解液冲走。工具阴极不断向工件送进。最后，就可加工出所要求的形状。

电解加工时，外加的直流电压要大于电解池的电动势（即阴、阳极双电层电位之和）。加工的电流密度越大，金属电解速度就愈快，单位时间去掉的金属就越多。

电解加工是综合利用电能和化学能进行加工的，与金属切削加工相比，电解加工具有一些独特的优点，概括起来，有以下五点：

一，适合加工特别硬、韧、脆的金属材料，这些材料用刀具切削是很困难的。

二，加工成型性好。能加工用刀具难于加工的复杂的零件形状；

三，加工质量好，精度较高。由于电解加工不产生切削力和内压力，所以不会产生加工变形，可以加工出很薄的零件。如果能严格控制电流密度、加工电压、加工间隙、电解液浓度、温度和流速等六大要素（又称为加工参数）就可加工出质量好、精度较高的零件；另外，根据不同的加工材料选用适当的电解液和加工参数，可使工件得到较高的光洁度。

四，加工效率高。电解加工可实现多电极同时加工，工件一次安装，就可加工大部或全部的复杂型面。省去许多机械加工工序，与金属切削加工相比，加工效率一般可提高十倍甚至几十倍。

五，节省工具。电解加工时，工具和工件不直接接触，工具几乎不损耗，可以减少工具数量。另外，电解加工用的工具电极，一般均是铜或铜合金制造的，因而，工具制造也比较容易。（未完待续）

·沈亦勋插图·



国外农业航空近况

本栏编译：启 宣

近十几年来，用飞机进行农田作业，正在世界各地逐渐推广。根据海牙国际农业航空中心一九七三年七月公布的统计，目前世界上总共约有两万零一百架农业飞机，作业的农田总面积约达二十五亿七千一百万亩。各大洲分布的农业飞机数目及其作业面积，请参看下页的附表。

为了说明航空在农田种植方面发挥的作用，下面举一个例子：美洲有的国家，占种植面积百分之九十以上的水稻是从空中播种的，同时，飞机还用来分撒肥料、除草剂、灭虫剂和杀菌剂。由于飞机的充分使用，耕种六亩水稻，从播种到收获，大约花费八个工作时，而在某些地区用传统的种植方式，完成同样的任务，则需要一千个工作时。美洲有的地区，一九〇〇年每亩水稻产量平均为一百三十斤；一九五〇年，逐渐增加到每亩二百六十斤；五年以后，增加到每亩四百斤；在一九六五年，又增加到每亩六百三十斤。

产量的这种增长趋势，一方面是由于提高了飞机在农业上的利用率，同时，也是由于使用了新的农药。但是使用的农药越多，对于喷撒这些农药的技术，就要求更迅速和更经济。没有这种现代农业技术的发展（农业航空是其中一个重要的方面），增产的效果，就会受到影响。

一九七一年，美国用在农业航空上的飞机总数为六千一百架。其中几乎百分之九十都是固定机翼飞机，其余的百分之十是直升飞机。这些直升飞机主要应用于象在葡萄园或者障碍物较多的地带，进行比较特殊和精细的作业。同样的有效载荷，一架直升飞机的工作成本，比一架固定机翼的飞机要高三至五倍，但是统计数字指明，在过去的十年中，农业直升飞机飞行小时数已增加了百分之六百四十七点七，而所有农业飞机的飞行总时数仅增长了百分之二十二点七。

使用飞机进行农田作业的想法，可以追溯到一九一一年。那时，有人开始提出，为了保护庄稼免受病

虫害，可以从飞机上喷洒化学液体和粉末。但是，在这一领域里的进展，起初是缓慢的。直到一九五五年以来，由于许多重要的改进，以及现代航空技术的发展，这一方面，才引起了人们越来越密切的注意。

关于农业飞机的理想结构，在各国飞机制造者之中存在着一些意见争论。直升飞机和固定机翼飞机之间的选择，不仅与使用成本，而且还与工作技术有重要的关系。直升飞机制造者声称，其主旋翼所造成的向下的气流，保证了较佳的复盖面，并由于保证了农药的精确分布而可节省工作时间。坚持用固定机翼飞机的人则说，由于螺旋桨所产生的旋涡和飞机的快速运动，保证了农药更均匀的撒播（例如，在农作物的叶面和叶底）。现有的固定机翼飞机的种类包括单翼机和双翼机，分为专为农用设计的飞机以及能够被迅速改装进行喷撒的多用途飞机。看来，大多数的操作者都喜欢使用专为农田作业而制造的坚固的飞机。

效率和经济性是设计各种农业飞机的两个主要的考虑之点。然而，有时经济性要让位于安全性，这就是为什么在山区、森林或靠近高压电缆的地区，直升飞机或有大功率发动机的飞机（四百五十到六百马力）有时被认为是不可缺少的。

在考虑安全性的时候，保证驾驶员的安全自然是头等重要的。在农忙季节里，有的飞机平均每日飞行达十二至十四小时是常有的事，那么，显然由于连续飞行所引起的飞行人员的神经紧张是严重的。因此，应当采取一切预防措施来避免事故。为了减少伤亡，有的飞机公司设计了一种机身，使其在飞机失事过程中，可以吸收碰撞的能量；也有的甚至设计一种在失事时能与机身的其余部分完全分离的座舱。目前，农业飞行的事故发生率（以美国为例）是每飞行五千小时有一次事故，而致命的事故，则仅仅是每九万飞行小时发生一次。这两个数字都大大低于十年前的比率。

除了事故的威胁，驾驶员还要冒着农药中毒的危险。因此，正在研制具有特殊过滤器的座舱空气调节系统。

简介：农业飞机的一些特点

机型 农业飞机绝大多数采用固定机翼的小型单翼机，以便于在田间灵便地操作。它的起落架大多是后三点，不可收放。因为农业飞行速度较低，起落架造成的阻力也较小。

重量和功率 农业飞机大多是只有一两吨左右重量的小飞机，载药量约五百到八百公斤。当然比较重的飞机也有，像国产的一种双翼的多用途飞机（参看本期第三页上的照片），重约五吨多，装的药也较多。发动机功率一般只有二百五十马力左右（上述国产多用途飞机有一千马力）。

性能 要求较低的速度，作业飞行每小时约一百到一百八十公里；要能超低空（离地十米以下）飞行。

化学工业在生产更有效的农药和肥料方面已经取得了巨大的进步，同时，对于喷撒设备也同样有了相当的改进。现今一架飞机能够作业的面积，几乎是十五年前的一倍。

在大多数欧洲国家，农业航空开始于二十世纪五十年代。以西班牙为例，一九七二年有一千九百七十万亩的土地采用了飞机作业，现在全国共有十七家农业航空公司（其中两家用直升飞机），拥有的农业飞机总数为一百二十七架。总的来讲，世界各地农业航空作业的亩数，在过去的十五年中，有了惊人的增长。

尽管农业航空的发展如此迅速，但是最近以来，由于空气污染所引起的日益增长的批评，西方农业航空工业处于一种不安定的境遇之中。

不过，可以预测，农业航空将会继续向前发展。设计人员已经在研究各种新型的飞机以便到八十年代末期以前，能够替换现有的农业飞机。这些设计中，包括小型的无人驾驶飞机，以及高性能与低噪音相结合的垂直起落飞机。同时，化学工业也正在努力发展那种浓度和效率较高而对人畜的毒性较低的液态或粉状的农药。

附表：世界各大洲农业航空情况统计表

	农业飞机架数	采用飞机作业的农田面积（万亩）	平均每架飞机作业的面积（亩）
亚洲	950	14,250	1,500
非洲	300	5,250	1,234.5
北美和拉丁美洲	8,700	90,000	2,175
欧洲	9,500	135,000	1,582.5
大洋洲	650	12,600	1,161

飞机的组成部分

史　超　礼

飞机和鸟有许多不同，但都能在空中飞行。伟大领袖毛主席教导我们说：“**有比较才能鉴别**。”要了解飞机的组成部分和各部分的功用，我们可以把飞机和鸟作一对比。

各种鸟，例如雄鹰，除头部外，都有翅膀、心脏、腿、尾巴和身体。它们的作用各有不同。

当雄鹰的一对健翅上下搧扑运动时，就会产生支持它体重的力。这叫“升力”。鸟是靠升力支持在空中不掉下来的。翅膀的运动还能使鸟前进。所以翅膀的作用是既产生升力，又产生前进的“推力”。

鸟的翅膀怎样才能作搧扑运动呢？那是靠它强有力的胸肌。而胸肌的运动又是靠心脏搏动所提供的动力。因此，鸟的心脏和肌肉是使它能在空中飞行的动力的泉源。

鸟尾巴能使鸟平衡和稳定地飞行，并能使鸟转弯或者上升、下降。

鸟腿的作用比较明显，能使鸟停立在地上，并作起飞和降落。而鸟身则可把头、翅膀、心脏、肌肉、尾巴和腿连成一个整体。

下面我们用现代单翼喷气歼击机（图一）来和鸟对比一下。

飞机的翅膀叫“机翼”。它的作用主要是产生升力；还能使飞机得到必要的平衡和稳定；此外，机翼中间还可以装载一些设备和油箱，有的机翼外部还可安装发动机。

机翼大都是用轻合金——硬铝制造的。为了承受作用在它上面的巨大外力，它的构造包括内部的骨架和外部的蒙皮（图二）。骨架中主要有翼梁、桁条和翼肋等构件。其中，翼梁起主要受力作用，可以有一根、两根甚至三根。桁条数目较多，用来支持蒙皮和保持蒙皮平整而不变形，并协助翼梁受力。翼肋能维持机翼横剖面的形状，有的还可以承受某些集中的力。

蒙皮包在骨架的外面，和骨架形成一个整体，承受空气的吸力和压力，并形成和维持机翼的外形。

飞机的尾巴叫“尾翼”。它和鸟尾的作用一样，一方面使飞机在飞行时能平衡和稳定；另一方面还使它能够左右转弯或上升、下降，以及机动灵活地飞行。

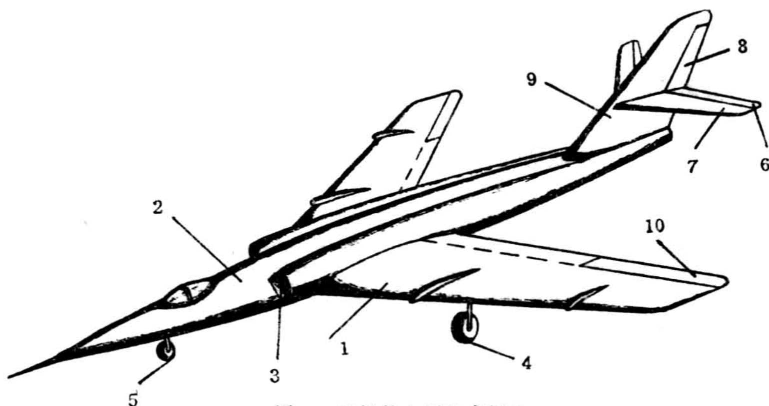
尾翼包括水平尾翼和垂直尾翼两部分（参看图一）。水平尾翼上面可以上下转动的部分叫“升降舵”。它偏转时可使飞机上升或下降。不动的部分叫“水平安定面”。垂直尾翼的可动部分叫“方向舵”。它偏转时，配合机翼上副翼的偏转，可使飞机向左或向右转弯。不动的部分叫“垂直安定面”。

飞机要左右倾侧，得靠机翼上的副翼。副翼左右各一片，可以上下偏转。如果右边的副翼向上，左边的就向下，飞机就向右倾侧。如果副翼左上右下，飞机向左倾侧。

尾翼也由骨架和蒙皮构成，可以说是具体而微的小机翼。

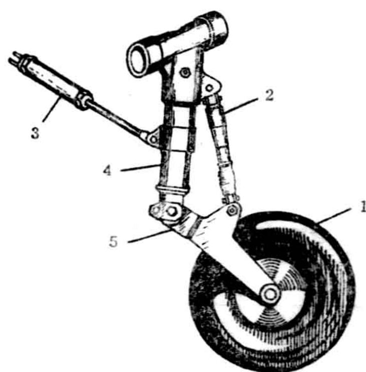
这三种舵面——升降舵、方向舵和副翼，都是由驾驶员在座舱中，用手或脚来操纵偏转的。

飞机的身体叫“机身”，通常是一个硬铝制成的圆形或椭圆形剖面的长筒。飞机上的人员、货物或武器都装在机身里面。另外，它还把



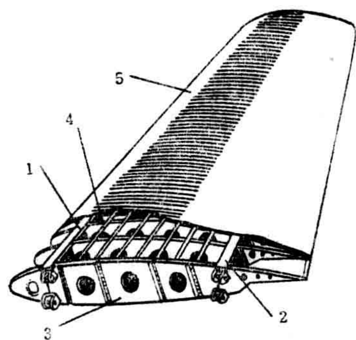
图一　飞机的主要组成部分

1.机翼；2.机身；3.喷气发动机进气口（发动机在机身内）；4.主起落架；5.前起落架；6.升降舵；7.水平安定面；8.方向舵；9.垂直安定面；10.副翼



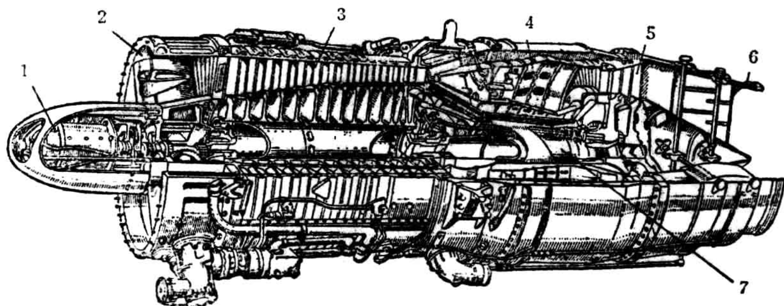
图四　飞机的一种主起落架的构造

1.机轮；2.减震器；3.收放作动筒；4.支柱；5.轮臂



图二　一种飞机机翼的构造

1.前梁；　2.后梁；　3.翼肋；
4.桁条；　5.蒙皮



图五　涡轮喷气发动机的主要部分

1.头锥(内有电动起动机)；　2.进气道；　3.压气机(十三级)；　4.燃烧室；
5.压气机(二级)；　6.尾喷管；　7.发动机轴

飞机的机翼、发动机、尾翼和起落架等连接在一起，形成一个整体。

同机翼一样，机身的构造也有骨架和蒙皮(图三)。从头到尾沿着机身方向的骨架叫桁梁和桁条。它们是用来受力的，不过桁梁粗大些而已。机身横剖面方向的骨架叫"隔框"。它既可受力，又可维持机身的剖面形状。机身蒙皮的作用和机翼蒙皮的作用也是一样的。

飞机的"机腿"叫"起落架"。它用来支持飞机在地面上起飞、着陆、滑行和停放。另外，当飞机着陆时，飞机会和地面发生巨大的撞击和震动。起落架能减轻撞击和震动的程度，使飞机起落安全和方便。

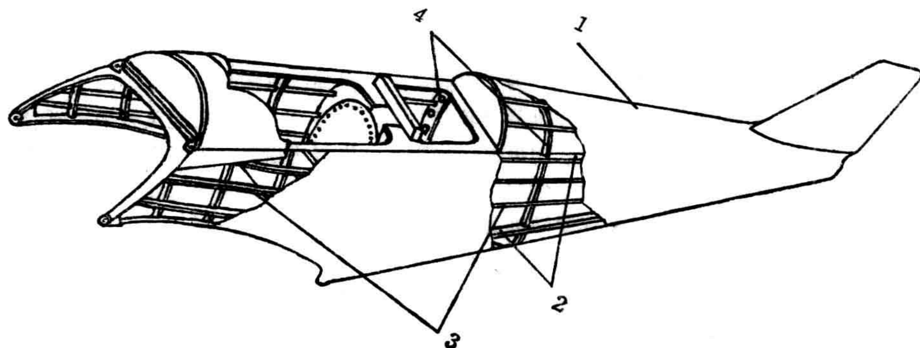
一般飞机有三个起落架。两个主起落架靠近飞机中部。另一个较小的在机头，叫前起落架。这种起落架叫前三点式(参看图一)。主起落架的构造有不同的型式，其中一种由机轮、减震器、支柱、轮臂、收放作动筒等主要部分组成(图四)。

飞机是靠机轮在地面起落、滑行和停放的。巨大的撞击和震动由减震器来吸收和减轻。为了减少飞行中的阻力，飞行时起落架都要收到飞机里面，着陆时再放下。这种收放任务，由收放作动筒担任。至于支柱和轮臂则都是用来受力的。

飞机的"心脏"是发动机。现代飞机多半采用涡轮喷气发动机。只有某些轻型低速飞机和老式飞机，才用带螺旋桨的活塞发动机。发动机可给飞机提供飞行所需的动力。这和鸟的心脏和肌肉有些相似。

现代飞机的喷气发动机包括头锥、进气道、压气机、燃烧室、涡轮机和尾喷管等主要部分(图五)。要喷气发动机工作，先得通电使电动起动机转动，以带动发动机轴旋转。轴上连有压气机，就使它跟着旋转起来，而吸入大量空气，并将空气压缩，提高它的压力，再送入燃烧室。在这里喷出航空煤油与空气混合点火燃烧，使温度和压力大大提高，产生大量的热能。燃气再从燃烧室流出，冲击涡轮机，使它以高速旋转，通过发动机轴带动压气机旋转。这样，发动机就可不断地工作了。从涡轮机流出的燃气，再经过尾喷管很快喷出，便可产生反作用推力。飞机就是靠这股推力来推动它飞行前进的。

以上所说的飞机主要部分，只包括飞机构造(如机翼、翼尾、机身、起落架等)和发动机。此外，还有飞机设备和仪表一大类机件。这类机件在现代飞机中越来越重要，内容也越来越多，需要在其他文章里介绍，这里就不介绍了。



图三　一种飞机机身的构造

1.蒙皮；　2.桁梁；
3.桁条；　4.隔框



没有动力的飞行—滑翔

黄澍年

人类的飞行是从模仿鸟类的滑翔开始的。滑翔在航空发展史上占有重要的位置，今天，它仍然是航空事业中不可缺少的一个组成部分。

滑翔机就是没有发动机的飞机。滑翔机的构造和飞机相似，它同样包括有机翼、机身、尾翼、起落装置以及操纵系统。它和飞机的主要差别，就是没有发动机。从空气动力学的观点来看，任何关闭发动机飞行的飞机都变为滑翔飞行。

滑翔机的构造及种类

滑翔机一般为木质结构，同时在机翼和尾翼有些受力较小的地方复以蒙布，因此滑翔机具有结构简单、造价低廉的优点。为了提高滑翔的性能，一般滑翔机具有较好的空气动力外形：长长的机翼、狭窄的机身，起落装置一般由一个半缩在机身内的轮胎或紧贴机身的滑撬所代替。因此，滑翔机有较小的下降率和较大的滑翔比，一架优秀的滑翔机的下降率约为0.8米/秒，它的滑翔比可达30～40，即每下降一米的高度，可以滑翔30～40米远。

滑翔机可以根据它们的性能分为初级、中级、高级三种。初级滑翔机构造简单，框架式机身，没有座舱或只有半截座舱，支柱张线暴露，空气动力性能差，只能作初级滑翔训练用。中级滑翔机具有座舱和风挡，支柱张线暴露，有简单的仪表设备，滑翔性能比初级的要好，一般作为初级过渡到高级滑翔机训练用。高级滑翔机有全闭式座舱，有完善的仪表设备和优良的空气动力性能，操纵灵便，可以作各种滑翔飞行。

滑翔机按用途可分为训练滑翔机、纪录滑翔机、特技滑翔机、运输滑翔机等。

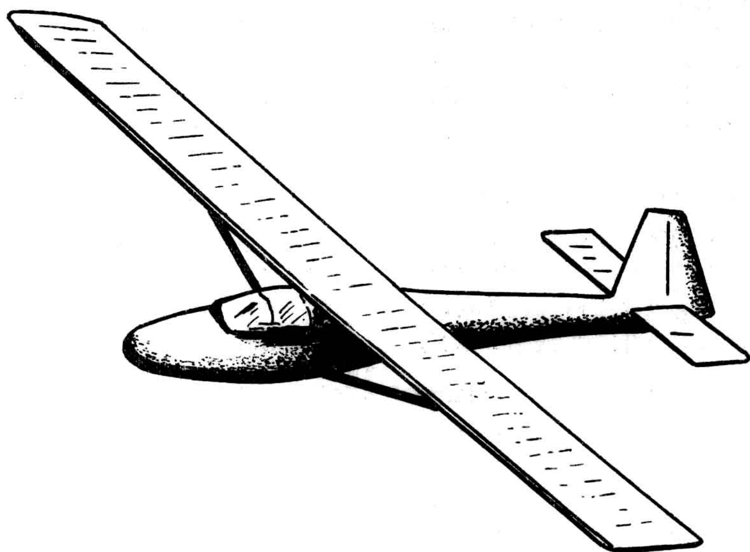
滑翔机的起飞

滑翔机因为本身没有动力，因此，必须依靠外力起飞。在滑翔机机身最前部，装有一个牵引释放装置，通过这个装置将滑翔机牵引到空中。

滑翔机的起飞方法一般分橡筋弹射、绞盘车牵引、飞机牵引三种。

橡筋弹射起飞不消耗任何燃料，是最经济的起飞方法。橡筋弹射起飞又分为平地弹射和山坡弹射。平地弹射是将滑翔机尾部固定在地面上，然后将橡筋绳挂在滑翔机的鼻钩上，每边5～8人，八字排开，拉紧橡筋绳，然后松开尾部固定点，滑翔机就象弹弓弹石块一样地向前飞出。象这样的平地弹射滑翔，只需足球场大小的地方便可进行。山坡弹射起飞和平地弹射起飞方法相似，不同点是弹出后即可获得与山高相同的高度，可以进行较长时间的滑翔。

绞盘车牵引起飞，是绞盘车通过长约八百米的一条钢索，将钢索另一端挂在滑翔机前部的释放装置



上图是一种中级滑翔机，它有封闭的座舱，有简单的仪表设备，它的性能介于高级和初级之间。

上，然后开动绞盘车，迅速收绞钢索，滑翔机便象放风筝一样被牵引到空中，到了一定高度，滑翔员操纵释放装置把手，将钢索脱掉，滑翔机便可进行自由滑翔。用这种方法起飞可以迅速获得较大的高度，一般可以爬高三百米，是经常采用的航线起落训练的起飞方法。

飞机牵引起飞，即所谓“空中列车”，是利用长约四十米的绳索，一端挂在飞机尾部释放装置上，另一挂端在滑翔机前部释放装置上，牵引至空中，然后滑翔机和绳索脱离，便可自由滑翔。这种起飞方法难度较大，一般在高级滑翔训练和创纪录滑翔中采用，它的优点是可以牵至所需高度和位置。有时一架飞机还可以同时牵引几架滑翔机，被称为多机牵引。

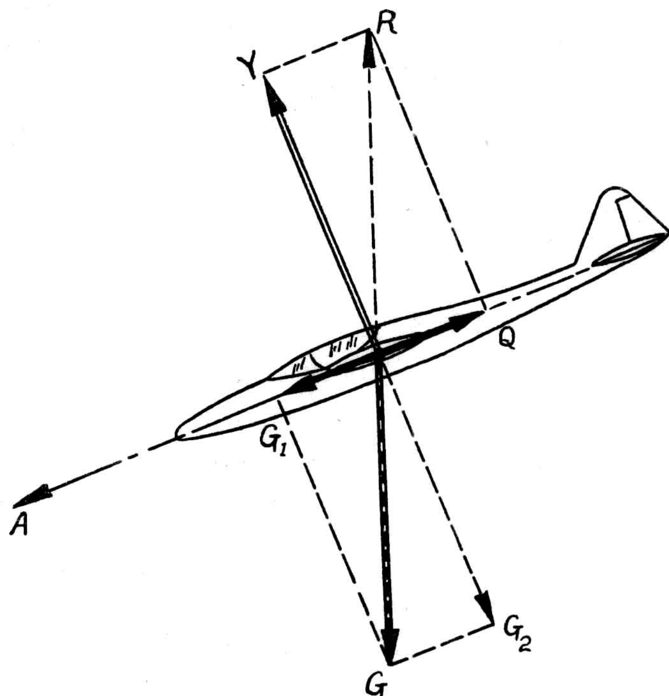
滑翔机为什么会飞

滑翔机是利用消耗高度，从而获得速度，利用机翼产生的升力进行滑翔的。滑翔机的滑翔就如一个物体从斜面下滑一样：滑翔机的重力在滑翔中可以分为平行于下滑方向的水平分力和垂直于下滑方向的垂直分力，水平分力就是滑翔机的拉力，它与滑翔机产生的迎面阻力方向相反而互相平衡。因此，滑翔机便利用牵引起飞所获得的高度，依靠滑翔机重力向前的水平分力和机翼在运动中产生的升力，在空气中平稳下滑。在滑翔过程中，滑翔员可以利用操纵系统操纵各个舵面，象飞机一样进行训练和作出各种飞行动作。

滑翔机的翱翔

在平稳的空气中，滑翔机只能从高处向低处作平稳的下滑，可是在扰动的空气中，滑翔员可以操纵着滑翔机，利用空气中的上升气流进行翱翔，从而升高到几千米甚至上万米的高度。这种利用上升气流的翱翔，赋予没有动力的滑翔机以广阔的活动余地。

上升气流可分为热力上升气流、动力上升气流、锋面上升气流和波状上升气流几种。常被滑翔员采用的为热力上升气流和动力上升



图中 G—滑翔机的重量，滑翔时 G 分为两个分力 G_1 和 G_2。R—升力 Y 和阻力 Q 的合升称为总空气动力。这时 G_1 和 Q 相等，R 和 G 相等，滑翔机作等速直线下滑。

气流。

热力上升气流的产生，是地表面受太阳光的幅射，由于地表的性质不同，对热的吸收和反射也不同，因而产生了温差，热的地区空气向上升起，冷的地区空气下降，这就是上升气流和下降气流。

那末滑翔员又怎样去寻找和判断热力上升气流呢？每当春、夏季节，我们可以经常见到老鹰伸展双翅不需煽动而盘旋翱翔，也可以常常见到地面的灰尘和纸片被旋风高高地卷起。这些都是空气中上升气流的作用。有经验的滑翔员可以根据地表面的性质，老鹰的翱翔，旋风卷起的灰柱以及上升气流有时上升到一定高度所产生的积云来寻找上升气流，并且通过滑翔机上安装的升降速度表的指示，进行判断，使滑翔机保持在上升气流中。当上升气流的速率与滑翔机本身的下降速率相等时，滑翔机便可以作不损耗高度的滑翔；当上升气流的速率超过滑翔机本身下降的速率时，滑翔机便可上升而越飞越高。这样，滑翔员可以利用上升气流所获得的高度，进行长途滑翔和竞速滑翔。

动力上升气流的产生，是由于水平方向流动的风遇到山坡阻挡，被迫沿着山坡向上滑动而形成的。风速越大，形成的动力上升气流的强度也越大，一旦风停，动力气流也随之消失。滑翔员可以根据产生的动力上升气流。在山的迎风坡进行“8”字盘旋翱翔，从而延长在空中滑翔的时间，锻炼滑翔技能。

题前照片：这是一种初级滑翔教练机在空中飞翔的情况。它的前后有两套联动的操纵系统，前面坐着的是学员，后面坐着的是教练员。

* * * * * *



航 模 小 组

本栏解说：京峻峰

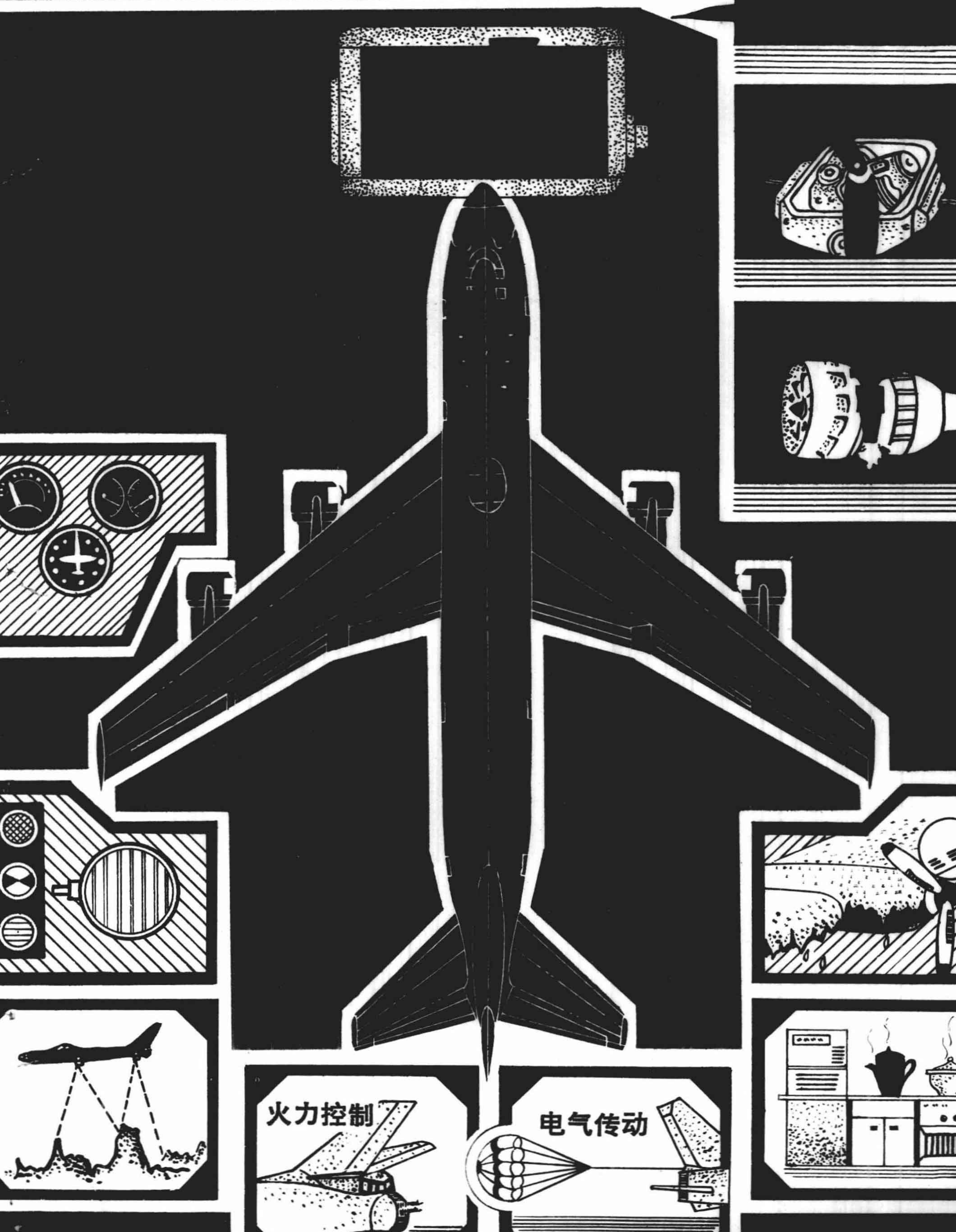
北京市地坛小学党支部以党的基本路线为纲，真认贯彻实行党的教育方针，在注意抓紧改进课堂教育，提高教育质量的同时，还十分重视占领校外阵地，开展丰富多采的课外活动。航模活动就是其中的一种。本期封底的照片，就是地坛小学航模小组正在开展活动的一个镜头。你看，两位同学多么聚精会神地工作。他们正在安装发动机，准备为自己设计、制作的小飞机进行试飞调整。

地坛小学的航模小组是在一九七二年六月成立的。在开展小组活动时，党支部很重视对学生进行思想和政治路线方面的教育，组织学生参观飞机场、工厂、农村，请解放军同志讲我国航空事业的发展，用耳闻目睹的事实批判林彪反党集团污蔑和攻击大好形势的罪行，对学生进行生动的形势教育和路线教育，还经常组织学习英雄人物的模范事迹，引导学生学英雄，立壮志，树立革命的理想。除此之外，还开展了“为什么要搞航空模型”的讨论，使学生把参加航模活动同保卫祖国、建设祖国联系起来。“**思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。**”学生们的思想认识提高了，搞航模的积极性就调动起来了。没有木料就和附近的木材厂联系，利用工厂的废料；没有化学胶就买点喷漆稀料，将课外活动时打破的乒乓球弄碎放在里面溶解，自制化学胶；没有工具就自己动手，制作工具；没有现成的图纸就翻阅一些资料，对过去的图纸进行改革。上级领导也十分关怀，帮助添置了必不可少的器材和设备，又得到兄弟单位的大力支持，就这样，航模活动蓬勃地开展起来了。

在开展航模活动中，地坛小学党支部还要求学生们努力做到又红又专。他们专门指定了一位航空知识比较了解的老师为小组的辅导老师，经常给同学们讲解、做示范，由简到繁，循序渐进。支部还要求小组的学生把画图、计算等课堂知识和实际制作结合起来，在反复实践中不断了解航空技术的基本原理，掌握制作模型飞机的技术技巧。一年多来，航模小组的学生通过认真学习，制作了二百多架模型飞机。其中有制作比较简单的弹射模型滑翔机、也有制作比较复杂的线操纵特技模型飞机，还有牵引模型滑翔机和喷气式、螺旋桨式等实体象真飞机模型。一年多来，他们为广大青少年、学校附近的工农兵群众及外国来宾成功地进行了四十多次飞行表演，深受欢迎。

地坛小学党支部在组织航模小组开展活动的实践中深深体会到：开展航模活动既能增强同学们学习科学知识的兴趣，又能提高同学们的思想觉悟；既能促进社会主义文化课的学习，又能丰富学生的课外生活，占领校外阵地。因此，他们特别注意普及这一活动，经常开办短期训练班，让更多的同学参加这一有意义的活动，掌握一些基本知识。有时辅导老师亲自给训练班的学生讲解、做示范，也有时让航模小组的学生和他们一起学习，一起制作。到目前为止，全校九百三十名学生中，已有五百多名学生参加了这一活动，在活动中，受到了教育，得到了锻炼，学到了知识。

机上的用电户





Hangkong Zhishi

3

毕可勇

航空知识

飒爽英姿



比翼

吴森辉



认真





高炮女兵

李



摄影



故障排除了

李保国摄影



毛主席语录

现在的社会主义确实是前无古人的。社会主义比起孔夫子的“经书”来，不知道要好过多少倍。

航空知识

一九七四年三月号目录　三月一日出版

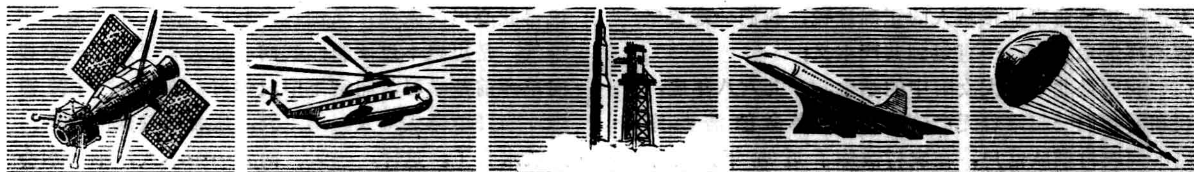
在这一期

在毛主席为首的党中央领导下，批林批孔的群众运动正在全国深入发展。批林必须批孔，批孔正是为了深入批林。本期发表的北京航空学院工农兵大学生和空军某部女空中通信员写的文章，运用她们切身的经验，愤怒批判林彪鼓吹孔孟之道、妄图复辟资本主义的罪行。

本期出版，正值『三八』国际劳动妇女节，让我们向战斗在各条战线上的我国广大劳动妇女致以热烈的祝贺。

按照毛主席提出的关于无产阶级革命事业接班人的五项条件，积极培养妇女干部，是当前我国社会主义革命和建设的需要。本期发表的《战斗在万里云天的长空女哨兵》和《矿工的女儿上了天》等文章，以及一些美术、摄影作品，反映了在我国航空事业中，妇女干部茁壮成长的一个侧面。

编辑　中国航空学会航空知识编辑委员会
出版　航空知识杂志社
　　地址：北京市学院路
印刷　北京新华印刷厂
　　北京胶印厂
发行　北京市邮局总发行，全国各地邮局订购
代号：2-410　印数：201,500　定价：0.20元





坚决走与工农相结合的道路

——怒斥林彪鼓吹孔孟之道、诬蔑知识青年上山下乡的反动谬论

北京航空学院工农兵大学生 **黄东冬**

没落奴隶主阶级的代表孔老二，极端鄙视劳动，敌视劳动人民。他破口大骂向他请教如何种田种菜的学生是"小人"；他还胡说什么"耕也，馁在其中矣；学也，禄在其中矣。"意思就是说，种田嘛，没有出息，只有读死书，才能升官发财。在他看来，劳动是最"低等"的，只有他们这群四体不勤，五谷不分的剥削者，才是"圣人"、"君子"。

林彪这个现代中国的孔老二，全盘继承了祖师爷的衣钵，一贯反对青年参加生产劳动，反对青年走与工农相结合的道路，恶毒地攻击广大知识青年上山下乡是什么"变相劳改"。这真是什么藤结什么瓜，什么树开什么花，林彪和孔老二这两只剥削阶级的丧家犬，嚎出的是共同的反革命腔调。对于他们的反动谬论，我们必须痛加驳斥，彻底批判！

伟大领袖毛主席教导我们："**知识青年到农村去，接受贫下中农的再教育，很有必要。**"无产阶级文化大革命以来，我国有八百多万城镇知识青年响应了毛主席的伟大号召，上山下乡，到农村去，到边疆去，到祖国最需要的地方去，在广阔天地里锻炼成长。这是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利，是无产阶级文化大革命的丰硕成果，是与千百年来的传统观念实行彻底决裂的伟大创举。无数事实证明，知识青年上山下乡，是反修、防修，消灭三大差别，培养无产阶级革命事业接班人的正确途径，我们一定要坚定不移地走下去，一直走到共产主义！

我原是北京师大女附中的学生，一九六八年底，我和同学们一起乘着无产阶级文化大革命的浩荡东风，到农村插队落户，在农村锻炼了近五年。五年来，尖锐复杂的阶级斗争深深地教育我，贫下中农的思想感情深深地感染着我，劳动的汗水不断地洗刷着自己思想上的灰尘，使我的立场感情起了深刻的变化。我们刚到农村，贫下中农可高兴了，隔壁的一位老贫农心硕大叔，马上就抱来豆秸，在我们床上铺了厚厚的一层，还怕冻着我们，转身把给儿子成亲准备的新花被也拿来了。我们吃水，要到一里多以外的地方去挑，开始那几天，他不是自己去挑，就是叫孩子挑水送来，我们拦也拦不住。我在城市长大，吃惯了自来水，从来没有挑过水。第一次挑水，我憋足劲，腰一挺，算是担起来了。可是肩膀却象压了千斤重，一迈步，腿直哆嗦，两个桶也象荡秋千那样晃来晃去。没走多远，就累得气喘嘘嘘，勉强蹭到家门口，一桶水只剩下大半桶。我心里想，光是挑水就这么难，往后怎么办呢？晚饭后，心硕大叔进屋来，往水缸看了看，关切地问："妮，乍挑水，肩膀疼吧？"然后，他坐下来，慢慢讲起当年老八路是怎样在这个村，克服种种困难，带领乡亲们开展对敌斗争的经过。最后，他说："这些年，上了年纪，工作遇到困难，想撂挑子的时候，我就想起当年毛主席、共产党领着咱们穷人闹翻身的情景，深深感到今天社会主义来之不易，劲头就上来了。妮，你可要好好学，做俺们贫下中农的好后代，不要辜负毛主席他老人家的期望啊！"这番话，说得我心里又激动，又惭愧，我心里想：不是肩膀不争气，是思想不过硬啊！我向心硕大叔表示，一定要向革命前辈学习，向贫下中农学习，在农村刻苦锻炼，当好革命接班人。第二天，压着热辣辣的肩膀，又挑水去了。这样，一天、两天……不久，不但学会



了挑水，再重的担子，挑起来也不觉得沉了。挑水这件事，在农村的战斗生活中，只是很小的一个插曲，但是也给我很深的教育。

在农村的三大革命斗争实践中，在贫下中农的精心培育下，我们这些以前肩不能挑，手不能提的城市学生，迅速成长为社会主义的新型农民。我在农村还光荣地加入了中国共产党，成为一名无产阶级的先锋战士。我们常常自豪地想：我们扛的是锄头，干的是埋葬帝、修、反的宏伟事业；走的是田间小路，奔的是共产主义方向！孔孟之道宣扬的什么“劳心者治人，劳力者治于人”、“学而优则仕”这一套反动透顶的谬论，统统见鬼去吧！

遵照毛主席关于**“要从有实践经验的工人农民中间选拔学生”**的光辉指示，一批又一批工农兵上了大学，这是无产阶级教育革命的新生事物，是毛主席教育路线的伟大胜利！去年，正当全国人民欢庆十大胜利召开的大喜日子里，我怀着无比激动的心情，接到了大学录取通知书，进入了北京航空学院发动机系学习，这是党和毛主席交给我的新的战斗任务，是广大贫下中农对我的信任和期望。我决心永远不忘劳动人民的本色，永远当工农的小学生。

“凡是敌人反对的，我们就要拥护”。林彪一伙拚命鼓吹孔孟之道，疯狂反对知识青年上山下乡，正说明我们的道路走对了。我们一定要遵照毛主席的教导，坚定不移地走与工农相结合的道路，联系现实的阶级斗争、路线斗争，狠批林彪和孔老二的反动思想，彻底肃清孔孟之道的流毒，把批林批孔的斗争进行到底！把意识形态领域里的革命进行到底！

林彪的天才论和孔孟的『生而知之』

空军某部女空中通信员 孙透玲

孔老二为了『兴灭国』，搞『复礼』，狂热鼓吹『生而知之』的天才论，胡说什么：『生而知之者，上也；学而知之者，次也；困而学之，又其次也；困而不学，民斯为下矣。』

林彪为了复辟资本主义，建立林家法西斯王朝，继承了孔老二的衣钵，大肆鼓吹天才论，把天才论作为反党的理论纲领，胡说什么：『有些人不承认天才，这不是马克思主义。不能不承认天才。』

历来反动派都借助『生而知之』的天才论这个破烂武器，来欺骗人民、愚弄人民、镇压人民。孟子恬不知耻地说：『如欲平治天下，当今之世，舍我其谁也？』林彪也狂妄地自吹：『我的脑袋长得好，和别人的不一样，特别灵。有什么办法呢？爹妈给的么。』照他们的意思，他们这伙奴隶主贵族、地主资产阶级的代理人，是秉承天命的统治者，人民只有老老实实、服服贴贴地接受他们的统治。这完全是屁话！

人的知识和才能是先天有的，还是后天才有的？是英雄创造历史，还是奴隶创造历史？这是唯心论的先验论和唯物论的反映论斗争的焦点。毛主席指出：**『人的正确思想是从哪里来的？是从天上掉下来的吗？不是。是自己头脑里固有的吗？不是。人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。』**世界上只有学而知之，决没有『生而知之』的天才。就拿我学通信来说吧，起先我受了孔孟之道和林彪鼓吹的天才论的影响，也想，我的头脑不聪明，能学会空中通信业务吗？后来，我学习了毛主席著作，提高了认识，懂得了认识来源于实践的道理，在学习的过程中，我就破除迷信，解放思想，勤于实践，多看多问。

最初上飞机，身体不适应，出虚汗，我就坚持锻炼身体，增强体质；在飞行中，我找电台遇到了困难，就在教员的帮助下反复练习掌握要领；平时还经常在地面作假象飞行的练习，到空中就认真精飞。通过反复实践，我不但适应了飞行，也掌握了空中通信技术。我深深体会到，孔孟的『生而知之』和林彪的天才论，全是骗人的鬼话。我们必须积极批林批孔，联系实际，彻底肃清孔孟之道和林彪的流毒。

战斗在万里云天的长空女哨兵

卑　　赢

在党和毛主席的亲切关怀下，我国一批又一批女飞行员茁壮成长。她们牢记毛主席关于**“提高警惕，保卫祖国”**和**“千万不要忘记阶级斗争”**的教导，积极投入批林批孔的战斗，严格进行军事训练，英姿飒爽，飞翔在祖国的万里长空。

同志，你可曾记得，一九五二年“三八”国际劳动妇女节那天，我们新中国的第一批女飞行员，英姿飒爽地驾驶着银鹰，以整齐的队形，飞越天安门上空，接受党和人民检阅的动人情景？那时，这些工人、贫下中农的女儿，二年多以前，还是资本家纱厂里的童工，地主庄园里的丫环，流浪在街头的乞丐孤儿，今天却手握着驾驶杆，插上了钢铁翅膀，披着灿烂的霞光，飞上了祖国的兰天。当它象奇迹一般地出现在人们的眼前的时候，有多少人为此流下过幸福的热泪，又有多少人给女飞行员们寄来过热情洋溢的贺信，鼓励她们鹏程万里，永往直前！如今，二十二年过去了，这支英勇的“长空女哨兵”，在党和毛主席的关怀、哺育下，不断成长壮大。她们在毛主席开辟的金色航线上，穿云破雾，展翅飞翔。从天山群岭到长白山麓，从青藏高原到东海之滨，到处都留下过女飞行员的战斗航迹。她们为加强战备，支援祖国的社会主义建设，作出了自己的贡献！

最近，我们来到女飞行员们生活、战斗的地方，访问了这支战斗队伍。

一

这是初秋的一个清晨，万里晴朗无云，金色的朝霞洒满机场，起飞线上一架架战鹰腾空而起，编着队列，展翅高飞，整个机场充满着热气腾腾的战斗气氛。女飞行员们在党的十大精神鼓舞下，在深入批林批孔的推动下，掀起了一个刻苦练兵的热潮。

天空上，战鹰驰骋；地面上，又是一幅紧张的情景。在跑道旁边的飞行员休息室里，一群身穿咖啡色皮飞行服，脚蹬飞行靴的年青女战士，有的正摊开飞行图切磋着飞行难点；有的正手拿着飞机模型进行地面演练；有的正三三两两地交谈着飞行体会。我们看到一位女飞行员正低着头在聚精会神地拉着计算尺。陪同我们的同志介绍说，她叫谢春兰，今天她第一次在编队飞行中担任长机机长，现在她正专心致志地计算一个航行数据。当我们走上前去的时候，她“刷”的一下站了起来，十分殷勤豪爽地招呼说：“请坐！请坐！”这时，我们才看清，小谢二十多岁，身材硕长，一身飞行服使她显得更加英姿威武。我们对她说：“你们女飞行员的飞行训练抓得真紧呀！”小谢爽朗地笑了笑，怀着自豪的激情回答：“练好本领，保卫祖国！”接着，我们提出要求说：“请你谈谈自己苦练飞行技术的体会，好吗？”小谢习惯地用手捋了一下耳边的短发，想了一下说：“好！我们女飞行员平时爱说的一句话是‘飞为革命练为战’。但是在如何对待飞行训练的问题上，也就是真正做到‘飞为革命练为战’，我的思想上也是经历了两条军事路线斗争的！”接着，小谢为我们讲了这样一件事。

原来，有一段时间，由于在训练中受到林彪反党集团鼓吹的反革命修正主义路线影响，谢春兰一度放松了飞行训练。在转场飞行中，有时她的飞行航线的数据保持不够标准，贻误了到达的时间。她却想，飞本场起落动作，首长同志们都可以看到，做不好面子上过不去；飞转场，航线偏一点，照样过得去，用不着花那么大的力气去苦练。通过批判孔孟之道和林彪反党集团的反革命罪行，批判林彪修正主义路线的极右实质，提高了谢春兰的阶级斗争和路线斗争觉悟。同时，老飞行员们也以具体战例来启发教育她，在战时往往会因为偏航分秒，而耽误空投空降的战机。谢春兰终于认识到，一个人民空军战士，必须掌握熟练的军事技术，才能担负起保卫祖国的重任。在军事训练中是“练为战”还是“练为看”，虽是一字之差，却反映了两条军事路线的斗争。路线搞对头了，谢小练兵的劲头就更足了。她从实战要求出发，严格训练，一丝不苟，决心克服航行数据保持不好的难点。

为了克服难点，她经常利用休息时间、节假日认真钻研航空理论，背数据，记资料；有时躺在床上，她还在用手脚不断比划着，体会着操纵杆舵手脚配合动作的要领；在赤日炎炎的盛夏，人们经常看到她独自在地上划个航线图，进行着假设的航线飞行。她一

手拿着飞机模型，一手拿着航行计算尺，一边走，一边念着航速航向的数据，那怕汗流夹背，不到弄通，不肯休息。经过一段时间的刻苦训练，谢春兰在航线飞行中，终于取得了优秀的成绩。

这时，女飞行员小王热情地告诉我们说："今天的编队飞行科目，要求我们能严格地掌握飞行数据，一丝不差地保持航线，不然就有撞机的危险。特别是对谢机长这个带队的长机来说，难度更大。"是的，小谢第一次担任编队长机，面临着一个多么严峻的考验啊！今天，她能不能飞好长机的科目呢？

"零三八号飞机准备起飞！"塔台上传来了指挥员的声音。小谢立即提起图囊和飞行帽，微笑地向我们告别了一声，就迈着坚实的步伐大步地朝着飞机走去了。

"啪！"一支绿色的信号弹升起在起飞线上。只见小谢驾驶的战鹰象一支离弦的箭直插兰天，接着，两架僚机也尾随着腾空而起。看！在那万里碧空，三架飞机就象三颗明星，保持着相等的距离，行空而过，她们的航迹在兰天上划下了三道笔直平行的银线。首长和同志们无不以赞扬的口吻，衷心地祝贺小谢和她的战友们取得的优良成绩。

"她们的队形保持得很好！"飞行指挥员一边兴奋地夸奖说，一边把手上的望远镜递给我们道："你们也看看吧！"在望远镜里，我们不仅看到了小谢这个带队的长机飞得特别矫健平稳，仿佛还看到了我国的一批批女飞行员们正沿着毛主席的革命路线竞翼高飞，迅速成长。

这时，团政治处主任、女飞行员于富兰同志走上前来，热情地向我们介绍说：在毛主席建军路线的指引下，女飞行员们坚持无产阶级政治挂帅，地面苦练，空中精飞，先后进行了空投空降，短窄跑道的起落，夜间不带灯着陆，飞行员跳伞等高难度的飞行项目，练就了一身高强的武艺，锻炼了英勇顽强的战斗意志和灵活果断的战斗作风，成了一支"长空骏马任驰骋，云海滚滚随意踏"的空中妇女突击队。

二

当我们从指挥所出来的时候，一架矫健的银鹰在徐徐降落。飞机停稳以后，一位女飞行员，充满胜利的喜悦，手提飞行图囊健步走出舱门。她叫张凤云，是飞行中队长，这是她刚执行一项飞行任务回来。

我们跟随张凤云同志，来到了战斗值班室，她高兴地向我们介绍了她们中队走过的一段战斗历程。张凤云同志说：

"我们女飞行员是毛主席给我们插上了钢铁翅膀





地面苦练（木刻）　　陈良新

是党把我们送上了万里兰天。只要毛主席指向那里，我们就坚决飞向那里。几年来，我们曾经为干旱的庄稼洒下人工雨水；为抢救阶级弟兄的生命安全担任过空中'担架'；为被洪水包围的阶级亲人投下过干粮、衣服；为执行战备任务飞越过沙漠荒原。"

张凤云同志还给我们讲述了她们为抢救重要战备物资的一次飞行。那是一九六九年深冬的一天，我国东北边境线某地，因为连日暴雨，洪水猛涨，有一批重要战备物资随时都有被洪水淹没、冲走的危险。上级命令张凤云机组火速将工人和器材运到现场，进行抢救。

张凤云知道，她们将要飞抵的地方，是一个无名山地，领航图上找不到；她也知道，那里的"跑道"是临时碾压的老河滩，加上群峰环抱，地势十分险恶；她还知道，起飞机场的风速过大，不符合起飞标准；降落机场的云高偏低，不符合降落要求；她更知道，在国境线上飞行，还要同社会帝国主义的破坏和捣乱作斗争。面对重重困难，张凤云机组的同志们毫不胆怯。她们坚决地对首长表示："我们是毛主席的女飞行员，山高，挡不住我们的去路；云低，蒙不住我们的

眼睛；风大，吹不动我们的钢铁意志。为了抢救国家财产，纵然有千难万险我们也要准时赶到现场，保证完成任务！”

张凤云机组对各种可能出现的情况进行了周密的分析，制定了详细的飞行方案，信心百倍地驾驶着银鹰，迎着强大的侧风，腾空而起，直插云宵。

在云海茫茫的高空，张凤云手握驾驶杆，脚蹬方向舵，平稳敏捷地操纵着战鹰，飞越群山，破开雾障，勇往直前。

可是，当飞机进入机场上空时，大自然向她们发出了更大的挑战。机场上空下着瓢泼大雨，低垂的乌云把跑道封住了。飞机钻入了翻滚的浓云，周围一片黑压压的，什么也看不到。就在这时，耳机里突然出现了叽叽喳喳的狂呼乱叫。通讯员立即判断出这是社会帝国主义在用无线电波对她们进行无耻的干扰和破坏。面对着疾风乱云，面对着敌人的挑衅，女飞行员们个个义愤填膺，斗志更坚。

张凤云一面命令战友们同敌人进行针锋相对的斗争，驳斥他们的无耻谰言，一面果断地采取了穿云下降，仪表着陆的方案。只见她一双炯炯有神的目光，集中在航空仪表的指示器上，用仪表数据准确地判断着飞机的航迹和姿态，以熟练的技巧，勇猛地一推驾驶杆，压下机头，战鹰便呼啸着劈开了苍茫的雾海，向云底钻去。领航员凝视着秒表，不断提醒张凤云准确掌握下降速度和下降时间，通讯员排除了敌台的干扰，继续发出电波，不断和地面指挥员取得联系。

红心赤胆熔冰雪，壮志凌云冲宵汉。张凤云和她的战友们以不畏艰险，一往无前的英雄气概，团结奋战，一次穿云成功，战鹰终于安全着落，准时地把工人和器材送到了目的地，抢救了一批重要战备物资。

三

在女飞行员所在部队采访的日子里，我们和女飞行员们一起出发到人民公社参加了支农劳动。队伍中，一位叫陆彩华的女战士，又是说，又是笑，显得格外高兴。

原来，陆彩华在和当地的贫下中农团结战斗中，建立了十分深厚的阶级感情。女飞行员们向我们介绍了陆彩华奋战浓云，为受旱的庄稼实施人工降雨的事迹。

去年八月的一个夜晚，指挥所接到旱区人民打来的电话，当地又出现了浓积云，要求部队再次施行人工降雨。

人民的要求，就是女飞行员出航的命令！白天已经连续飞行了几个架次的陆彩华，虽然已经很累了，但是她仍然斗志昂扬地请求领导把这项光荣任务交给了她。

人工降雨，主要是利用浓积云。陆彩华深深懂得，就是白天，在这种云层里进进出出也是很危险的；现在要夜间出航，再加上自己从来没有单独在这样的条件下执行飞行任务，困难就更大了。但是她想到一个人民空军战士的责任，想到旱区人民的殷切希望和他们“天大旱，人大干”的冲天革命干劲，毫不犹豫地登机出航了。

在漆黑的夜空，陆彩华拉起驾驶杆，操纵着银鹰，爬到了一千米，二千米，三千米，但是飞机还是没有进入浓积云层。这时，空中强大的气浪象大海的波涛一样奔腾翻滚，飞机一会儿被卷起好几十丈，一会儿又被摔下好几十丈，高度表的指针在激烈地左右摇摆，战鹰象一匹受惊的烈马，操纵越来越困难了。但是陆彩华满怀“为人民越是艰险越向前”的战斗豪情，以坚强的毅力，加大了油门，用尽了全身的力气，驾着银鹰继续爬高。可是，由于汽浪的冲击，飞机的上升率越来越小了。为了尽快地截住浓积云，陆彩华就采取平飞一段，升高一段的方法，继续往上飞去。当飞机上升到三千八百米高空时，终于爬到了浓积云层。

银鹰在云海中疾速翱翔。这时，陆彩华透过挡风玻璃，看到前方绵亘着两块象大山似的浓积云。陆彩华感到由衷地高兴。虽然她知道，由于浓积云对流很强烈，很容易发展成为雷雨云，万一判断不准确，飞机误入了雷电区，就会造成生命危险！但是，她毫不畏惧地捕捉实施降雨的战机。她一边通过耳机来判断有没有雷电干扰，一边仔细地寻找最好的进入点。突然，她发现两块浓积云之间有一丝缝隙，她机智沉着地驾驶飞机插进云缝，贴着云层的右方边沿冲进了云海，撒下了第一批催化剂。云层沸腾起来了！它咆吼着，向飞机猛压过来！在这种情况下，飞机多飞一分钟，就多一分危险。然而，陆彩华为了人民的利益，把自己的安危完全置之度外，不畏艰险地战斗在浓积云层里。她驾着战鹰，撞入云海，冲出云层，几进几出，撒完了全部催化剂。顿时，滂沱的喜雨倾盆而下。陆彩华胜利地完成了这次夜航降雨的战斗任务，满怀着喜悦的心情返航了！

夕阳西斜，晚霞烧红了半边天。又是一天紧张的飞行训练之后，女飞行员们充满豪情的歌声在机场上空回荡。几天来的访问，我们所看到的女飞行员的火热战斗生活，有力地批驳了林彪、孔老二鄙视和诬蔑妇女的反动谬论，给我们留下了不可磨灭的印象……

弹道导弹

言 光

弹道导弹是一种威力较大的进攻性武器。今天，苏美两个超级核大国为了争霸世界，都在拚命发展导弹核武器。我国发展导弹核武器是为了自卫，为了打破两个超级大国的核垄断。

自二十世纪初，喷气飞行原理建立以来，自动控制理论也有了较大的发展。到第二次世界大战期间，由于工业水平的提高，开始出现了液体火箭。二次大战后，苏、美两国都投入了大量的资金来发展导弹工业。目前，苏美两个超级大国为了争夺世界霸权，都在加紧研究和试验导弹核武器。

主要组成部分及其功用

什么叫弹道导弹？简单地说，弹道导弹是一种沿一定弹道飞行的导弹。它是由弹头、弹体、动力装置、控制系统等部分组成的。如图一所示。

弹头用来摧毁目标。远程弹道导弹多为热核弹头，具有较大的破坏威力。

弹体是弹头的运载工具，在弹体内装有控制系统的仪器、设备和推进剂、发动机。它把各系统连成为一个整体。

动力装置提供把弹头发射到预定目标所需的推力。它包括发动机、推进剂输送系统及推进剂储箱。现在使用的有液体和固体发动机两种。固体火箭发动机在使用上比液体方便，而且发射准备时间短，但是不如液体火箭发动机的运载能力大。在液体火箭发动机中，最早的“V—2”采用了不便于储存的液体推进剂液氧和酒精。因为液氧温度很低，其沸点为摄氏零下一百八十三度，不易储存，不便使用，已被可储存推进剂所代替。

由于火箭发动机带有燃烧剂和氧化剂，不需要从空气中获取氧来助燃，因而不象飞机那样受飞行高度的限制，可在真空中飞行。

控制系统保证导弹按预定弹道稳定地飞行，准确地命中目标。其中包括程序控制机构、敏感元件、中间装置和执行机构等部分。导弹在飞行中由程序机构根据选定的弹道程序，发出发动机关车、弹头与弹体分离等指令；敏感元件如加速度表、陀螺仪对外界的干扰以及导弹的运动不断地测量并产生信号。这些信号通过中间装置，变换、放大，传递给执行机构（摆动发动机或燃气舵），使之产生一定的控制力来操纵导弹沿预定弹道飞行。

射程与命中精度

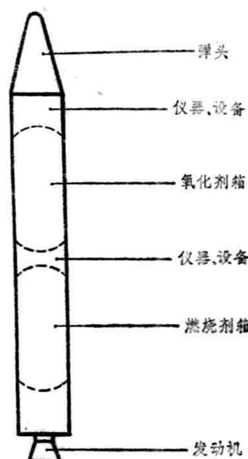
弹道导弹的射程，取决于发动机停火时的速度（停火点速度）和弹道倾角（导弹速度方向与地平线之夹角）。停火点速度愈大，所能达到的射程就愈大。停火点速度大小，除与发动机比推力（发动机每秒钟内燃烧每公斤推进剂所产生的推力）大小有关外还决定于导弹的质量比（导弹起飞重量与停火点时导弹的重量之比）。在同样条件下，质量比大的射程也大。

对洲际弹道导弹来说，提高质量比的有效办法是将推进剂消耗完的储箱壳体这部分无用的重量逐级抛掉，从而减轻导弹停火点重量；单是增加推进剂，不把推进剂消耗完的储箱抛掉，就会使停火点重量大，质量比变小，而达不到要求的速度。所以，洲际弹道导弹要采用多级导弹。

多级弹道导弹一般由二个或三个单级导弹串联组成。其发射过程如图二所示。

由弹道计算知道，射程一万公里的洲际弹道导弹，其停火点速度达每秒七千米左右，其飞行时间也很短，仅三十多分钟。这远远小于飞机所需要的飞行时间（一般的亚音速洲际轰炸机速度约为每小时一千公里）。

还可以看出：停火点速度偏差及停火点弹道倾角偏差，对弹道导弹的命中精度有较大的影响。例如，射程一万公里的弹道导弹，其停火点速度偏差一米，影响射程约十公里；停火点弹道倾角偏差一度，影响射程一百五十公里。假若导弹命中精度，要求一万公里射程的偏差不大于十公里，也就是其停火点速度的偏差不大于一米。按停火点速度每秒七千米计算，则停火点速度要精确到七千之一，即万分之一点三。由此可见，提高弹道导弹的命



图一 弹道导弹的组成

中精度，需要下很大功夫才行。现在的洲际弹道导弹的命中精度可达到十万分之几，相应速度精确到百万分之几。

综上所述，远程弹道导弹具有较大的破坏威力、飞行时间短、命中精度高等特点，作为一种进攻性的战略武器，对敌人进行突然袭击，容易突破敌人的防御，摧毁目标。有较大的军事价值。但是，正如毛主席所指出：**“武器是战争的重要的因素，但不是决定的因素，决定的因素是人不是物。”**现代的洲际弹道导弹虽然是较好的武器，它仍然决定不了战争的胜负。

提高突防能力

保存自己，消灭敌人，是一条基本的军事原则。弹道导弹的发展也离不开这一原则。就是说，要提高它的生存能力、突防能力、命中精度、破坏威力以及可靠性。

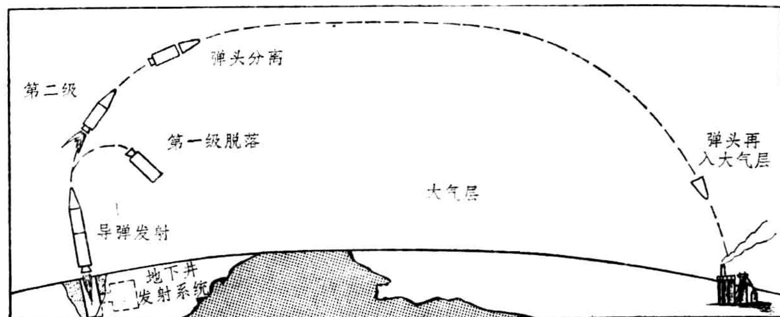
概括地说，提高弹道导弹的进攻能力，重点是：突（有突防能力）、准（提高命中精度）、狠（提高威力）。

有矛必有盾，这是事物发展的必然规律。弹道导弹出现之后，以雷达、计算机和地空导弹组成的反弹道导弹系统也随之而建立。

为了对付反导弹系统，洲际弹道导弹应具有较好的突防能力。所采用的消极突防措施，一般为轻诱饵和重诱饵，轻诱饵由金属丝或金属片制成。当弹头攻击目标时将大量的轻诱饵释放出来，可形成较大范围的干扰区，而使雷达不易找到弹头的确切位置。当弹头再入到一百公里高空时，由于气动阻力开始增大，轻诱饵速度渐慢，弹头被孤立出来，轻诱饵不再起干扰作用。因此为了突破低空反导弹拦截，弹头需释放重诱饵。重诱饵在大气层中基本上同弹头的速度一致。可掩护弹头不易被雷达识别。这些都是采取鱼目混珠，蒙混过关的手段。

在积极突防措施方面，主要发展“多弹头”和“多头分导”。“多弹头”是在一个大弹头即母头内装多个小弹头。母头将几个小弹头释放后，除非小弹头全部被拦截，即使只有一个小弹头命中目标，也能完成任务。所以多弹头的突防概率比单弹头大。“分导式多弹头”或“多头分导”弹头，是在一个大弹头内装几个有动力装置和制导系统的子弹头，子头释放出去作机动飞行，改变原来的弹道，并各自导向攻击不同的目标（可参看本刊今年第一期《何谓“多弹头分导重返大气层”？》一文）。由于子弹头改变了原来的弹道，使反导弹很难拦截，加之它是多目标攻击，因此“多头分导”弹头有较好的突防能力和杀伤效果。可是在技术上也是比较复杂的，如制导元件要承受大的过载，防热材料的烧蚀及烧蚀对气动力的影响等问题，都需要加以解决。

此外，在突防方面还有部分轨道武器。它是将弹头发射到一百至二百公里的卫星轨道上，在目标区上空再入大气层。由于它的轨道低，不易为雷达发现。即使发现了，从下降到地面仅二分钟左右，也不容易防御。因这种部分轨道武器的命中精度不好解决，一般要采用比较复杂的末制导技术，现仍处于探索阶段。提高突防能力的几种方法如图三所示。



图二　弹道导弹发射过程示意图

提高命中精度

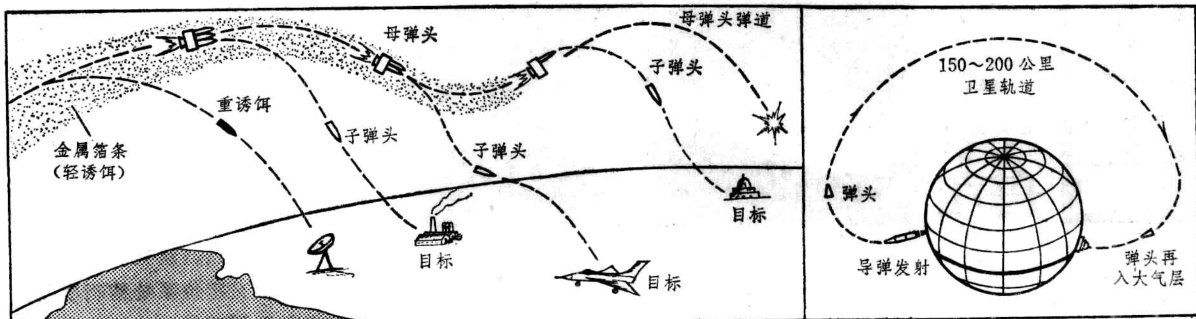
弹道导弹的命中精度是一个重要性能指标。要提高导弹的命中精度，主要是提高制导元件的精度、减小导弹的非制导误差，以及采用中段制导和末制导等方法。

制导系统惯性元件的精度目前已有很大提高，如加速度表，由V—2导弹的千分之几提高到十万分之几；陀螺精度，由每小时几度的飘移提高到每小时百分之几度或千分之几度，比过去提高了一百倍以上，并且还在发展无陀螺转子的激光陀螺、正弦加速度表等高精度的元件。

减少导弹非制导误差，一是属于导弹本身的，如发动机后效偏差，弹头再入大气层误差等；一是外界的，如重力场异常，目标座标的准确性及大地射程计算误差等方面。导弹的命中精度要求低时，非制导误差是次要的，但是，命中精度要求高时，非制导误差也需减小或设法消除。

提高生存能力

鉴于卫星侦察技术日益完善，导弹命中精度日益提高，以及有引导的高精度飞机炸弹对导弹发射点的严重威胁，必须提高导弹的生存能力，使导弹能隐（隐蔽，难于发现）、机（机动转移，发射点不固定）、抗（提高发射阵地抗冲击波



图三　左为释放轻诱饵、重诱饵和多头分导示意图，右为部分轨道武器示意图

的能力）。

弹道导弹的生存能力，在很大程度上决定于发射方式。现有的发射方式，在陆地上，多采用地下井发射，在海上，用潜艇水下发射。

潜艇水下发射比较隐蔽、机动。不过，只宜于配备固体弹道导弹。在潜艇上发射几千公里的中程弹道导弹，由于弹道高度比洲际的低，其飞行时间更短，因此，它比洲际弹道导弹还不好防御。

陆上机动发射。由于洲际导弹的重量和尺寸较大，限制了它的机动性，多半用公路或铁路作移动发射，发射点不固定，使敌人事先摸不清发射点的座标，不易被命中。

空中机动发射。用飞机载上近、中程弹道导弹在空中发射。在技术上比较复杂，因为飞机一直在飞行，要使导弹有精确的命中精度，就要知道飞机的精确的座标，有很多课题需要进行研究分析。

对地下井固定发射，需要提高井的抗超压能力。冷发射的地下井的直径小，无导流槽，有利于提高抗超压能力，亦便于施工和伪装。

总的来说，要提高弹道导弹的生存能力，多趋向于采用隐蔽的机动或移动发射方式。

人们对弹道导弹的研制，从V—2到现在只有四十多年，但发展十分迅速。这是近几十年来有关的科学技术迅速发展的结果。

一九六六年十月我国在西部地区成功地进行了导弹核武器试验。它标志着我国科学技术的迅速发展。这是我国工人、干部、技术人员在毛主席革命路线指引下，坚持独立自主、自力更生的方针，辛勤劳动取得的成果。我国发展核武器完全是为了防御，为了打破两个超级大国的核垄断，我国政府曾反复地向世界宣布，中国在任何时候、任何情况下，都不首先使用核武器，**人不犯我，我不犯人，人若犯我，我必犯人。**我国政府这种立场是坚定不移的，是说了算数的。

·焦玉麟插图·

名词解释

发动机后效偏差　即发动后效冲量偏差，指的是发动机实际的后效冲量值与其额定后效冲量值之差。此偏差是发动机熄火过程中影响导弹命中精度的重要因素之一。冲量＝力×时间，它表示发动机关机后瞬间的推力作用。

重力场异常　所谓重力异常指的是理论重力值与实际重力值之差。为了使用上的方便，人们往往假设地球为理想的椭球，根据这一假设算出重力值。但实际上地球表面形状十分复杂，既不是真正的球形，也不是理想的椭球，而且地球的密度也是不均匀分布的，因此地球实际重力值与其理论值并不相同，即存在所谓重力异常。对中、近程弹道导弹而言，重力异常引起的射程偏差可不考虑，但对远程洲际弹道导弹、重力异常可引起数公里的射程偏差，不可忽视。

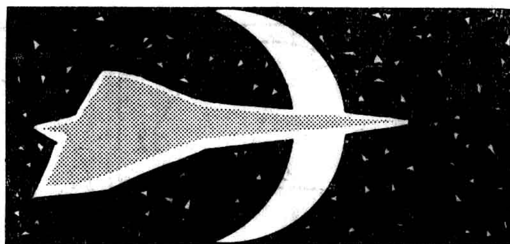
中段制导和末制导　弹道导弹的弹道分主动段（各级发动机工作的推力段）和被动段（发动机熄火后弹头分离，不再进行控制，弹头按惯性飞行段）。被动段又分为真空段，即弹道的中段（从弹头分离至弹头再入大气层的弹道）和再入段，即弹道末段（从弹头再入大气层至目标区的弹道）。

在弹道中段对弹头进行控制称为中段制导，目前可采用的制导方式有星光跟踪惯性制导系统和沿用原主动段的制导系统。在弹道末段对弹头进行控制称为末制导，目前看来可行的方案有：地图匹配（先用卫星侦察出飞往目标的地理形状，编成码存入数字机中，在弹头飞向目标的途中用激光或照相按地图特征与原码比较而引向目标）和激光与雷达结合自导目标（用侦察卫星预先获取有关目标的可贮雷达图象，在战时，弹头用雷达寻找目标，激光对准目标而把弹头引向目标）。

部分轨道式武器　将有控制系统的弹头送入绕地球运行的卫星轨道上，并控制弹头在目标区制动、再入大气层。弹头一般运行不到一圈，故称之为部分轨道式武器。

冷发射的地下井　导弹在地下井发射，发动机不点火，而用其他的气源将导弹推出井外，然后发动机再点火。这种地下井叫冷发射的地下井。

浅谈天文导航



航　天

天文导航是根据宇宙空间的太阳、月亮和其他星体来测定飞行器的位置和航向的一种导航方法。目前在远程飞机、弹道导弹、宇宙飞船上得到广泛应用，同时天文导航本身也还在进一步地发展。

很早以前，航海上已开始依靠观测太阳、月亮、星体来保持船舶的航向，并在汪洋大海中确定船位。**“中国是世界文明发达最早的国家之一”**，天文航海也有着悠久的历史。远在东晋末年，我国僧人法显就曾经根据他乘海船旅行时目睹的情形，记述了当时我国航海根据日、月、星体来航行的事实。他写道：“船舶于海上，大海弥漫无边，不识东西，唯望日、月、星宿而进”。这可能是世界上最早的有关天文航海的记载。

天文导航的由来与特点

航空天文导航是在航海天文导航的基础上产生和发展起来的。它继承了天文航海的基本方法，又考虑了现代飞行要求导航方法简单、可靠，以及设备自动化、高精度、快速性、体积小等特点。我们知道，导航系统的主要任务，一是确定飞行器飞行的方向；二是确定飞行器所在的位置。在天文导航中，用来测定飞行器位置线的设备，称为六分仪；用来测定飞行器真航向的设备，称为天文罗盘；能自动计算、并指示出飞行器航向和位置的设备，称为自动天文定位仪。

现代飞行器的导航方法很多，例如利用地磁场作用的罗盘导航；使用陀螺仪和加速度计测得加速度求得飞行器位置的惯性导航；利用测量多普勒频移获得飞行器的地速和偏流角的多普勒导航，以及利用地面电台和飞行器上装置的无线电导航设备来求得飞行器位置的无线电导航等等。但是近年来，天文导航技术在远程飞机、弹道导弹、宇宙飞船等飞行器上，得到广泛地应用。主要是天文导航具有其他导航方法所不具备的优点。这些优点是：

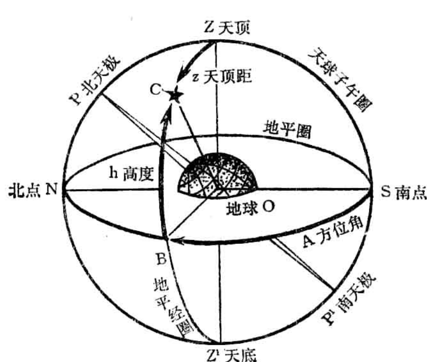
一、天文定位系统精确度高。由于它是利用测量天体的位置角来确定飞行器位置的，因而不受飞行时间、飞行距离的影响，也不象惯性导航那样有误差的积累。

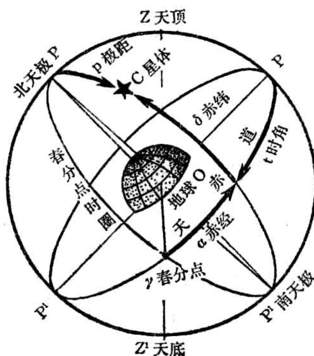
二、天文定位系统隐蔽性好。它利用天体的辐射能（可见光、红外线）来进行工作，不象无线电导航那样易被发现和干扰。

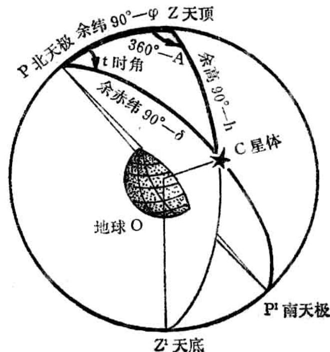
三、天文定位系统独立工作性强，是自主式导航系统，它可以依靠已知选定的天体数据和跟踪器本身进行工作，不受作用距离的限制，也不象无线电导航那样需要有复杂的地面设备配合工作。

不过，对在大气层飞行的飞行器来说，天文导航的最大弱点是在低空时受气象条件的影响很大，大气散射会对其产生强烈的干扰作用，而大片云层的遮盖会导致其不能正常地工作，为此就必须有复杂的记忆装置。

因此，天文导航比较适用的是作高空、远程飞行的轰炸机、运输机







图一　天球及天球座标示意图

左：地平座标　　中：赤道座标　　右：导航三角形

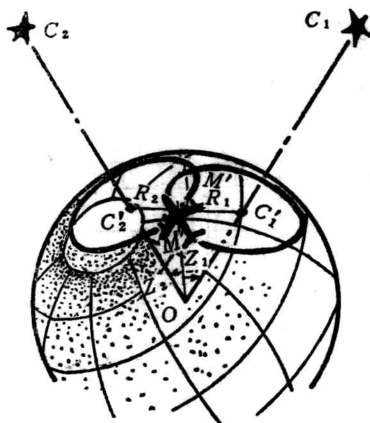
和导弹、特别是应用在作越洋、极地、沙漠飞行以及一些执行特殊任务，如深入敌后进行侦察的飞机上。至于作深度空间飞行的宇宙飞船，由于在宇宙空间中，自动天体跟踪器对天体的瞄准可建立起精确的几何参考座标，而且对于在大气层外飞行的宇宙飞船来说，也没有气象条件的影响，所以在星际航行中天文导航系统特别有利，故得到广泛应用。

从目前来看，天文导航系统经常是与惯性系统以及多普勒系统组成综合导航系统使用，也即利用天文导航设备根据对天体的瞄准求得的精确航向和位置数据用来随时校正惯性导航平台的方位角和水平情况，以及纠正多普勒导航中的飞行器航向，以提高它的精确度。

星等与天体座标

天文导航是根据对天体的测定来导航的，因而有必要对天文导航应用的有关天体的一些基本知识作一简单介绍。

星等——晴朗夜晚，仰望天空，群星罗列，闪闪发光，我们所看到的除了少数几颗行星和卫星外，绝大多数是恒星。这些恒星是由炽热的气体组成的，所以本身能发光，而行星的光，则是靠反射太阳光而来的。天文学上为了区分天体亮度的强弱采用了“星等”来表示天体的相对亮度，而星等的标准是这样来确定的：比以正常视力的眼睛能见到亮度最弱的星还明亮一百倍的星称为一等星；亮度较差的星属于二等星，它们比一等星的亮度弱 2.512 倍；亮度更差的星属于三等星，它们比二等星的亮度又弱 2.512 倍，以下类推。而能够用正常视力看见亮度最弱的星属于六等星。为了更准确的定出恒星的亮度，还采用了小数把星等表示出来，例如北极星为 2.1 等。对于很亮的星就用负数



图二 等高圈图

表示，例如天狼星为 −1.6 等；太阳为 −26.8 等。总之，正星等数目越大，天体便越暗，负星等的数目越大，天体越亮。

在飞机人工领航中，领航员就是用航空六分仪测量天体的高度确定飞机的位置和用天文罗盘来确定飞机的航向。不过他们观察的一般都是比较亮的星等在二等以上的航行星。这种用眼睛作为探测器来区别星体亮度强弱的，我们称为视见星等。但在现代自动天文导航设备中，作为探测器的一般都是些光电元件，例如光电倍增管；光导摄象管，超正析象管，固态硅光电二极管等，这些探测器有着对光的能量和光谱响应的特性。由于一个星体就是一个能源，所以不同视见星等的星具有不同的能量。例如一个零视见星等级的星，在地球大气外面的能量为3.1×10^{-13}瓦每平方厘米。而每差一星等级的星，其光通量也差 2.512 倍。根据探测器的不同，我们也把星等分为各种光电星等或硅星等。

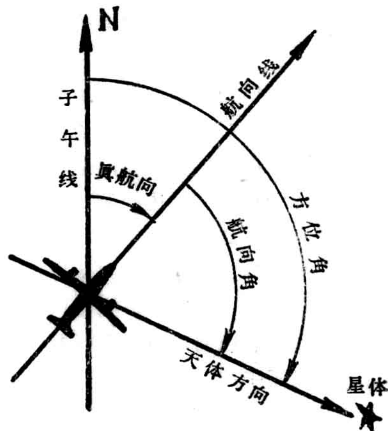
天体座标——在天文学中，天体的位置是用天球座标来表示的。

什么是天球呢？我们夜观天空，所有的天体似乎都嵌在一个巨大圆球的内壁上，它们没有远近之分，只有明暗的不同，观测者好象是站在这个圆球的中心。实际上，这个圆球是不存在的。各天体离地球的距离也并不相等，但在利用天体来测定飞行器位置和航向的时候，并不需要了解天体离地球的实际距离，所需要了解的只是天体同观测者之间的角度关系，因此为了研究的方便，仍然可以把星空想象为一个以观测者为中心，以无限长为半径的圆球，并把所有的天体投影在圆球的内壁上，化为球面上点同点之间的相互关系来研究，这个圆球，就是天球。由于地球半径比起天体离地球的距离是微不足道的，所以，研究天体在天球上的投影位置的时候，也可以不考虑地球的大小，而认为地球中心就是天球中心。

天球同地球一样，也有一条假想的轴线，它是地轴的无限延长，叫天轴。天轴同天球相交的两点叫天极，其中跟地球北极方向相同的一点叫北天极(P)，跟地球南极方向相同的一点叫南天极（P’）。为了表示天体在天球上的位置，在天文导航中应用着两种座标——地平座标和赤道座标，如图一所示。

其中的地平圈、天球子午圈和天赤道、春分点时圈分别为两个座标的基准圈。图中有箭头的粗线表示度量的方向。

天体在天球上的位置也可同时用地平座标和赤道座标来表示，如



图三 飞行器真航向与天体方位角及航向角之间的关系。

图一右。也即这两种座标可以互相组合并进行换算。这种组合的座标由北天极P、天顶Z和天体C为顶点所组成的球面三角形PZC，通常叫作导航三角形。

天文导航在确定飞行器位置和航向时，最重要的是测得天体的高度角h以及从该导航三角形中用计算器解算出方位角来。

天文定位和测向原理

利用对天体高度的测量可以定出飞行器在空中的位置。如果飞行器在飞行中测得某天体的高度h，并以该天体在观测时刻的地理位置C为圆心，以天顶距Z所对应的地球球面距离r为半径，在地球表面作一圆，那么观测时刻飞行器的位置必定在这圆圈上，在这个圆圈上的各点，因为天顶距都是相等的，所以能测得的天体高度也必然相等，这种圆圈叫做等高圈，如果同时测两个天体C_1，C_2，便得到两个天体的等高圈，这两个圈的交点M和M'，给出飞行器的实际位置和虚假位置，再通过计算器的计算，就能很准确地确定出飞行器当时实际位置的地理座标，见(图二)。

飞行器航向的确定是这样的：如果使天体跟踪器中的望远镜自动地对准天体的方向，那么飞行器前进的方向和天体的方向（也即望远镜轴线方向）之间的夹角，我们称为飞行器的航向角（图三），由于天体任一瞬间相对于南北方向子午线之间的夹角即天体方位角，是可以通过天体计算器从上述导航三角形解算得到，因此在飞行中，我们只要测量出天体的航向角，并从方位角的数值中减去航向角，就可以得到飞行器的真航向，也即飞行器前进方向与子午线之间的夹角。

自动天文导航原理与组成

用人工领航的方法，观测一个天体往往需要四到五分钟，这对现代高速飞行器来说是不适用的，为此必须实现自动天文导航。以便自动地连续地精确地显示出飞行器的位置与航向。

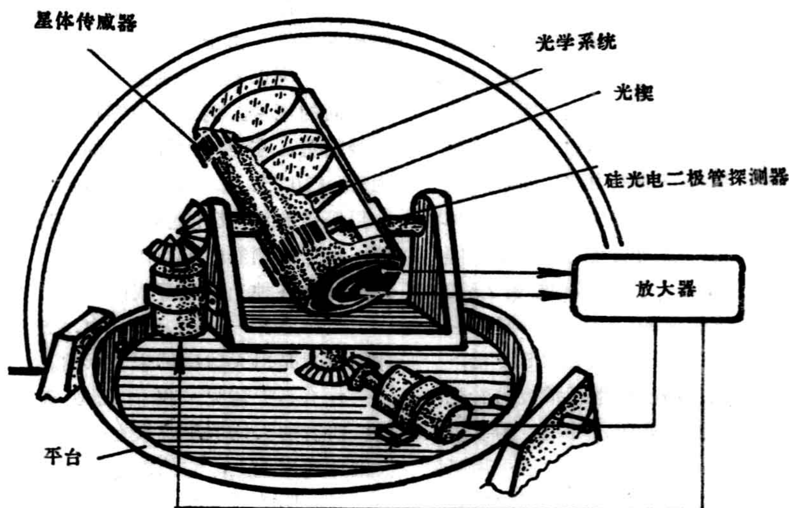
图四　组合式导航系统结构图

这里我们简单介绍一种可以精确地确定航向与位置的现代飞行器上应用的白昼自动天文定位仪。它是由惯性平台、多普勒雷达、中心数字计算机以及白昼天体跟踪器组成的完整的组合式导航系统(图四)。

白昼天体跟踪器（图五）包括一个装在框架内的星体传感器和相联的电子设备。星体传感器收集星光并把它转换成电信号，而框架系统则可以保证有足够的运动自由度来精确测量瞄准线与基准座标面之间的夹角。

星体传感器包括一个收集并聚焦光能的折射式光学系统，一个将光能转换为电能的探测器以及一个能给出望远镜轴线偏离星体的误差信号的检测系统。

探测器是一个固态硅光电二极管，由于它在红外区域具有高灵敏度，因而这类探测器比人眼或其它



图五　天体跟踪器头部示意图

光电元件能够测得更多的星体。

检测系统包括一旋转的光楔（也即是一块棱角很小很小的棱镜），它使聚焦光以一种精确的频率沿硅探测器来旋转。按照光束离开探测器中心点位移的不同，它产生不同精确频率的电信号，也即天体跟踪器瞄准线的误差讯号。在零位置时，没有误差信号输出。当离开零位时，产生的每一个不同的信号频率就相应表示一种位置误差。

将此位置误差信号分解为高度和方位二方向的分量，然后分别与二个标准信号相比较，经过放大等一系列电子线路处理后，分别控制高度与方位电机（或力矩马达），并带动框架中的星体传感器，使偏离的瞄准线重新对准天体，直到误差信号消失为止。

整个系统（图四）的工作过程如下：由多普勒系统得出的初始位置（经度和纬度）和由储存于星体数据储存器中的星体的天体座标数据以及格林威治时角和由航向陀螺来的粗略航向等数据，输入到球面三角计算器中经解算后得出计算的星体高度和方位角。我们将这称之为"预指向"的计算值输到天体跟踪器中，使望远镜的瞄准线对正预选星体的邻近位置进行扫描，当捕获星体后即转入跟踪，并给出精确的测量的星体高度和航向角值。然后输入到星体修正计算器中与计算值相比较，得出高度差值和飞行器的真航向。该真航向可以立即用来修正航向陀螺，同时输送到领航员和驾驶员的仪表板上显示真航向数值。高度差和星体方位角数值输入到现在位置计算器中即可用来计算经度和纬度。

如果使用两个望远镜同时跟踪两个星体，那么将得到两个星体高度差和方位角数据，通过现在位置计算器计算，即可求出飞行器当时所在的地理位置，它是以经度差和纬度差形式的位置信号显示给领航员和驾驶员的。

图中惯性平台是用来给天体跟踪器以俯仰与横滚信号，以使天体跟踪器稳定在一个与地垂线相垂直的基准平面上。

该系统是一闭合回路，也即用初始位置和航向数据来得出天体跟踪器望远镜的初始瞄准方向，而跟踪器的输出则用来为位置与航向来源作出修正。这种组合式导航系统有着很高的精确度，而且具有全天候工作能力，不少现代飞行器上采用这种系统。

目前的应用与发展趋势

天文导航除了在远程高空轰炸机、运输机以及作极地、越洋、沙漠飞行和侦察等任务的飞机上广泛应用外，在导弹、宇宙飞船等方面也有着特殊的重要用途。

例如对要求有高度机动性非固定发射场的防空导弹来说，由于发射场的不固定以及严重的发射振动，使导弹发射的初始方位和初始位置不可能很精确，但由于采用了天体跟踪器可以在飞行加速段期间瞄准天体来修正初始误差，因而当接到发射指令后仍然可立即发射，这就增加了导弹的机动性。另外，天体跟踪器在弹道导弹中，由于惯性平台长时间工作，陀螺造成的漂移误差可通过天体跟踪器对天体的定位来得到修正，

在宇宙飞行中，天文导航更具有重要的作用，由于天体可认为是宇宙空间中"固定的"导航目标，因此根据相对给定的座标系统对已知天体进行测量，就可确定飞船的距离和相对速度。

天文导航的发展趋势，从目前来看在导航方法上，主要是与惯性、多普勒组成综合导航系统。这种称为天文——惯性——多普勒组合式导航系统，有很高的导航精度，是目前最先进的导航系统。

对天体跟踪器来说，进一步提高跟踪与测量精度；增强设备的可靠性；提高白天跟踪的信噪比和灵敏度；减小体积重量，以及采用一些先进的元件（例如光导摄象管）和部件（例如数字计算机）等都是目前正在研制发展的方向。随着航空和航天活动的发展，天文导航技术肯定会得到更广泛地应用。

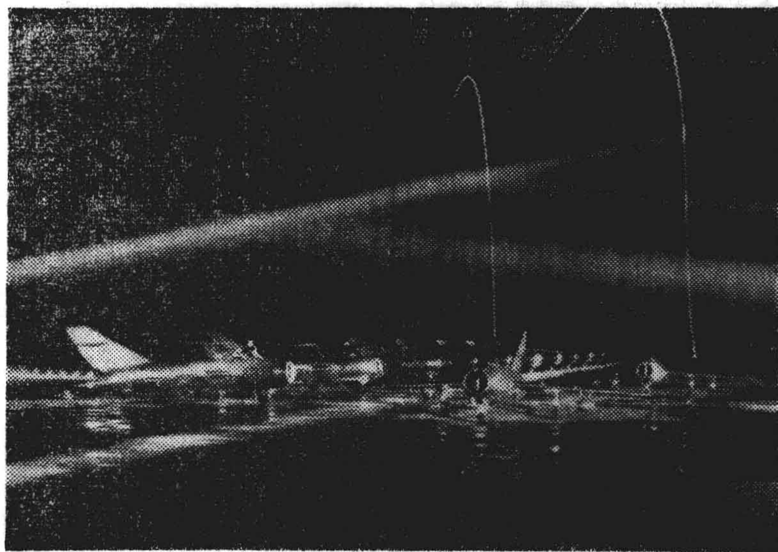
题图：王小飞　插图：杨承德

*　　　*　　　*



△应中国航空学会的邀请，美国马里兰大学马丁理工学院航空空间工程系教授杰若·柯宁和夫人，于一月十二日至一月二十五日在我国进行了参观访问。到京时，中国航空学会副秘书长邵群和有关方面负责人到机场迎接。一月十三日晚，中国航空学会理事长沈元会见并宴请了柯宁教授和夫人。在京期间，柯宁教授应邀参观了北京航空学院，并在该院作了专题技术报告，同有关人员进行了技术座谈。美国客人于一月二十日结束了在北京的参观访问，乘飞机到上海、杭州、广州参观访问后回国。

△叙利亚民航总局局长纳赫兹·哈尼和夫人以及由哈尼局长率领的阿拉伯叙利亚共和国民航代表团，于一月二十八日至二月三日在我国进行了访问。一月二十九日晚，中国民用航空总局局长马仁辉举行宴会，欢迎叙利亚客人。在京期间，叙利亚政府民航代表团同中国民航总局就两国通航问题举行了会谈，并草签了两国政府民航运输协定。一月三十一日晚，叙利亚驻中国大使阿特拉什和夫人为叙利亚政府民航代表团访问中国，在大使馆举行了宴会。



风雨夜空的战斗

（小说）

中国人民解放军七三三二部队创作组

在一个浓云密布、风雨交加的黑夜，歼击机飞行员火云驾驶着战鹰，怀着一颗保卫祖国的赤胆忠心，战胜恶劣的天气，英勇机智地严惩敢于来犯之敌。

一

夜暗，云浓，天象墨一样，真是伸手不见五指。

雨，蒙蒙地下着，时而电光一闪，接着是隆隆的雷声。

飞行员火云在值班休息室里，黑暗中，他睁大双眼，一动不动地坐在床上，看着黑暗中的东西，脑子里却转着敌人的“夜鼠式”飞机。

前几天，上级通报说：敌人屡遭打击后，最近，花了很大本钱，改装了几架“夜鼠式”侦察机。这种飞机装有先进的电子设备：什么电子侦察，电子侦听，电子驾驶；什么自动逾越障碍，夜间超低空钻山沟，自动躲山等等。这些天，敌人的气焰又嚣张起来，日夜训练，趾高气扬，大肆吹嘘。火云知道，这是入侵的信号，他暗下决心：“一定不能叫敌人的阴谋得逞，千万不能给党和祖国带来损失！”

一阵脚步声，大队长孙加亮走进来，看到屋里漆黑漆黑的，就说道，“又在练习眼力呀！”

开了灯，在灯光下可以看清，火云是一个二十三四岁的小伙子，方脸膛，大眼睛，穿着件桔黄色救生背心，手里拿着飞行帽。孙加亮已是三十多岁年纪，眼角的几条不明显的皱纹，显出他深谋远虑的性格。他今天正好值班，是地面指挥员。

孙加亮叫来值班参谋和领航员问道：“云底高有无变化？”

“现在是五百米，还有降低的趋势。”值班参谋回答。

“云量呢？”

“十个，积雨云面积也在扩展。”

孙加亮的眉头皱起来：这样的天空，低于起飞的最低条件，且不说云底低能见度差，单这天上的积雨云，就是巨大的威胁。这种积雨云带着雷电，是飞行中最忌讳的，不要说钻进去，就是沾点边，任你什么飞机，都可能被雷电击得粉碎。这时，又是夜间，这云就更不易掌握了。

“叮铃铃”孙加亮抓起电话。火云心里一跳，只听大队长在电话里问道：“起飞了……好……我马上就来。”

“‘夜老鼠’出动了，我们也准备起飞。这次可不同往常，一定要大胆心细。”说罢，孙加亮的身子便消逝在黑夜里。

火云立刻戴好飞行帽，穿好飞行衣。

果然，孙加亮走后不到二十分钟，机场便响起了进入一等战备的铃声。紧接着，一颗信号弹腾空而起，火云驾着他的战鹰象利箭一样，射入浓云密布的夜空。

二

黑夜无边无际，浓云无边无际。火云紧盯着座舱里的仪表，保持飞行状态。他心里充满了战斗的渴望。这“夜鼠式”敌机，敌人在它身上花了多少精力，下了多大的本钱，又寄于多大的期望，现在终于把它放出来了，而且是趁天气极端复杂的时候放出来的。敌人下了这么大的

决心，看起来，不捣乱一番它是不肯轻易回去的。这一仗是打定了。现在的主要问题，就是自己了。敌人是狡猾的，你要捉住狐狸，就得有战胜狐狸的本领。

强大的气流把飞机掀得忽上忽下，火云虽说习惯了空中生活，但这时仍感到心忽然象提上喉头，忽而又象坠到腹底。他极力把稳驾驶杆，蹬稳方向舵，耳朵聚精会神地听着地面的指挥和引导，眼睛紧盯着航线的前方，看着翻卷着的云层，判断着可能出现积雨云。现在他的全部注意力都集中到同云雨和黑暗的搏斗上了。他知道，只有首先战胜大自然，才能达到歼灭敌机的目的。

一道闪电撕破夜空，火云觉得闪电似乎就在自己的眼前。他凭借着电光，看到前边不到十公里处有一块黑乎乎的乌云。"积雨云！"他心里一惊，赶紧把驾驶杆一压，脚一蹬，战鹰向左拐去，他同时报告了指挥所，孙加亮立刻同意了他的行动。火云想，在这积雨云、层积云、碎云夹杂的天气里，地面上是很难完全掌握天空云层的情况的，这就要靠自己准确的判断和果断的处置。

战鹰刚刚往左拐弯，火云便感到有一股巨大的气流压来，飞机直往下坠，马上就要翻过来。他脑子里闪过一个念头：进入积雨云边沿了。这块积雨云有多大，他不知道，但他顾不了这些了，双手急忙把驾驶杆紧紧握住，尽力扳正，随后趁势往左一压，飞机大坡度往左转去，高度也在下掉。火云紧闭着嘴唇，稍把飞机改平，便拉起了驾驶杆，好不容易才绕过积雨云，稳定住飞机。

飞机早已超过了夜间规定的坡度和动作量，他迅速检查了一下仪表，一切都正常。这时，他才轻轻地舒了口气，随手抹去脸上的汗水。为了弥补刚才费掉的时间，他加大了油门。

"情况怎样？"孙加亮问。

"一切良好！"火云没有提起刚才同积雨云的一场搏斗 。但是，孙加亮还是知道了由于恶劣的天气，飞机会遇到很多的困难。他对火云说："随机应变，注意安全。"

火云为了隐蔽着接近敌机，关闭了座舱里所有的灯，只有仪表上的刻度和指针发出荧光。

夜，包围着火云；浓云，紧裹着战鹰。在这漆黑的云中，茫茫的夜里，火云只身孤胆，坚定地按照地面的引导航行着。

是只身孤胆吗？不是。火云觉得大队长就在身边，党和人民的眼睛都在注视着自己。他浑身充满了力量，心里感到非常踏实。这不是一场平常的战斗啊，这是一场为保卫伟大祖国的战斗。打掉了敌机，就可以大灭敌人的威风，大长革命人民的志气。如果敌人的阴谋得逞，则祖国的尊严，人民的安全都将蒙受损失，而这一切都联系着自己的驾驶杆，自己的炮钮……

三

指挥所里，灯火通明。日光灯的亮光碰到雪白的墙壁反射过来。被那厚厚的严严实实的窗帘切断了。只好静静地聚集在室内。

大队长孙加亮站在标图桌前，他双眉微蹙，两眼随标图员的手紧盯着不断伸延着的敌机航迹。他的思想在剧烈地翻腾着，左手倒背着，右手紧紧地握着送话器。

标图板上敌机黑色的航迹，在我沿海弯弯曲曲，时进时出，已经转了半个多小时。敌机是训练还是巡逻？从活动上看，象是巡逻，但是从天气和敌人改装"夜鼠式"的情况上看，他肯定这不是巡逻。孙加亮轻蔑地笑了笑，"这是敌人施展障眼法。"他心里这样想着。因此，他一刻也没放松警惕地盯着标图板。现在，他脑子里盘绕着两个问题，一个是对敌人的分析判断，一个是对火云的关注。火云的航向、云情、标高都时刻挂着他的心！但是，他们却很少通话，尽量少使用无线电，这是为了防止泄密啊！

忽然，敌机由我沿海向外拐去，看起来，敌机要返航了。孙加亮看看表，还不到十二点，他转向值班参谋："你看，敌机是不是要返航？"

"不象！"值班参谋说。

"对，它不是回去，而是要进来了。你通知第二梯队进场。"接着，又转过头问领航员："零一号（火云代号）的航向多少？"

"二百七十度。"

"航线上天气怎样？"

"雨有增大的趋势。"

孙加亮为火云捏着一把汗，他心里比火云航线上的云翻腾得还厉害。雨增大，气流上下的活动就会更激烈，火云的安全高度本来就不多，强大的雨柱再把他往下压，那就更危险了，而狡猾的敌人……

孙加亮俯下身来，两眼在地图上的沿海部位扫视着，心里思忖着，敌人在这沿海一带转了这么久为的什么？难道仅仅为的两个小岛？他把目光移到我沿海的一个港口上，顺着港口往里，目光落到新兴的一个工业城市上。猛然，他心里发出一阵无声的冷笑，已透视到敌人的意图。

"大队长，你看！"值班参谋打断他的思路，指着敌人的航迹。

孙加亮一看，敌机果然又折了进来，而且径直向我港口飞来。

"敌机速度？"孙加亮问。

"三百五十公里。"

"敌机高度？"

"八百米。"

航线上的地物标高五百米，敌机高度八百米。好啊，敌机居然使出最后一招了。照这样看来，敌机到我港口上最多需要十分钟，而且是超低空飞行。如果要把敌机截在

目标外面消灭，就必须抢时间，大胆地飞到敌机的前面，但是在航线上除了要绕过积雨云以外，还有山高和飞行高度又这么接近……这种情况，对火云来说，将是十分危险的。

“危险”把孙加亮又带回前天的一次训练中。

那一天，为了研究打“夜鼠式”的方法，火云飞了一次攻击。按常规，一般攻击都是在敌机后上方，这次火云却采用了腹部攻击。开始，火云拉着驾驶杆，顶着油门，从腹下进行攻击很顺利，可是第三次进行攻击时，火云却收了油门，正爬高的飞机，突然失去推力，象上坡的汽车突然熄了火一样，飞机头一低，便进入了螺旋状态。什么叫“螺旋”呢？就是飞机在推力不足和气流的影响下，象螺旋一样的不断自行翻滚。可以想象，这是多么危险啊！

此时火云飞机的高度只有三千米，再旋几圈，便会机毁人亡。情况万分危急，指挥员马上命令火云跳伞。可是就在这时，只见战鹰猛地往下一扎，接着突然昂头而上，射向高空。原来火云心红志坚，临危不慌，说时迟，那时快，他脚下一蹬舵，手一推杆，大胆地让飞机来了个先下降后上升，改出了螺桨。真是好险啊！这时。机场上一个个几乎停止了呼吸的人们，才舒出了一口长气。

飞机着陆后，孙加亮火辣辣地问：“你为什么不跳伞呢？”

孙加亮心里禁不住笑了：“当然，在危急时刻沉着自信，这对飞行员来说是非常需要的。可你攻击时，为什么要收油门？”

“大队长，你想，爬高开炮时，能不掉速度吗？”

孙加亮知道火云是为了更切合实战，他心里很赞成这种切合实战的训练，但还是说了一句：“你就没想想爬高收油门的危险后果？”

……

现在，孙加亮心里很清楚，只要把命令下达给火云，除了消灭敌人外，他是不会想到危险的。他抬起头来对值班参谋说：“通知雷达，一定掌握好航线上的情况，要专门有人掌握我机。同时告诉气象雷达，开机，掌握航线上的云情。”说完，转向送话器：“零一，航向二百四十，坡度四十，云下飞行。”

大家的眼睛都吃惊地看着孙加亮，他们心里明白，现在火云象闭着眼睛在暗礁顶上行驶的航船，随时都有触礁沉没的危险。值班参谋疑惑地用微微的声调说：“大队长，是不是减小……”

“他会完成的！”孙加亮虽说话语气坚定，不动声色，但值班参谋还是感觉到了他的心情是很激动的。

四

命令的电波传到空中，火云立刻领会了孙加亮的意图。他知道情况紧急，要争取时间，于是立即以四十度的坡度来了个大坡度转弯。转弯时他觉得高度直往下掉，费了好大的劲才稳住。转过弯来，他立即打开了加力，快速度地前进着。

现在火云的飞机几乎是贴着山头飞行，随时都有撞山头的危险。但是他懂得任务的意义，为了时间，为了胜利，为了提前到达指定的地点，把敌机拦截在保卫目标之外，必须如此，也只能如此。

“零一，航向，二百二十！”

“零一，航向，二百一十！”

“零一，高度八百！”

火云在孙加亮的引导下飞行着，忽然一道闪电撕开前进道路上的云层，又一块积雨云拦住了去路。他听到耳机里的噪音沙沙直响，忽闪忽闪的闪电，一个接着一个，同地面的联系受到了干扰。怎么办？绕过去吗？那样会影响时间，从云中穿过去更不可能。他借着闪电看了一下，立刻把驾驶杆一推，决定再降低高度，从云下飞过去。

“红旗，零一请求云下引导。”

但是，他的声音被雷电的噪音掩盖了。听不到地面的回话。他把高度降低到五百五十米，右手把住驾驶杆，不断提醒自己，要警惕呀，千万不能再被气流抛下去。离标高只有几十米的安全高度了，一定要保持这几十米，保持住就是胜利。

“零一，零一，情况怎样？”孙加亮问。

接连的喊话听不到火云的回答，也得不到火云的报告，孙加亮十分关切地问：“怎么回事？”

气象员答：“有雷电干扰。”

“碰到积雨云啦？”

“航线上有一块大积雨云。”

孙加亮急步走到雷达荧光屏前，领航员报告道：“零一又降低了高度。”

孙加亮想，必须马上命令火云绕开。他几步跨到指挥桌前，抓起话筒，眼睛紧盯荧光屏：“零一，航向一百九十，避开积雨云。”可是，他的话还没说完，就见荧光屏上闪出一片耀眼的亮光，把火云的飞机遮没了。

孙加亮脑子里嗡的一下子。他意识到，一个强大的雷电在火云那里爆炸了。他紧紧地抓住话筒呼叫火云，可是，喇叭里传来的仍是接连不断的卡卡声……

火云降低高度后，钻到积雨云下，他感到战鹰左摇右晃，很难驾驭。他用力把稳驾驶杆，蹬紧舵，飞机仍然飘飘摇摇。这时，突然一片耀眼的亮光，照得他头昏目眩，浑身一阵麻木，座舱里的仪表也看不见了。但他思想上却有一个念头：驾驶杆不能松，一定要把紧。他的手好象同驾驶杆铸在了一起。停了一会，他的视力恢复了，睁大眼睛看看飞机外面，没发现异常情

况；又检查一遍仪表，见仪表指示都正常，才放下心来。这时，在声音噪杂的耳机里，他听到了指挥员在喊他："零一，情况怎样？"

"良好。"

"零一，航向一百九十，绕过积雨云。"

要是绕过积雨云，说不定就不能把敌人截击在目标之外，把它消灭掉。由于考虑个人安危而改变计划，火云是无论如何也不肯的。他请求道："零一请求，航向不变。"

"航线上危险。"

"零一明白。"火云平静地说。

孙加亮被火云那种勇敢顽强的精神所感动，他再次了解了气象情况后，同意了他的请求。

火云终于安全地从积雨云下穿过。

"零一，正前十五公里，山高八百五十！"

火云按地面的通报，象暴风雨中的海燕一样，灵巧地飞过了高山。

"零一，航向一百五十，注意，目标在右前方八公里处。"

火云觉得一股热血冲到脑门，他打开雷达，战鹰向右前方射去。

火云在全力搜索，他时而借闪电观察，时而又看看自己的雷达荧光屏。

"零一，速度减小到五百。"孙加亮命令道。

他收了一下油门，把速度减小到五百

"零一，大坡度，三百六十度转弯。"

火云心里一惊，糟了，同敌机处于平行的位置了。他马上把驾驶杆猛一压，很快转过弯来。

"零一，目标右下方七公里，航向一百三十！"

"红旗，前边标高多少？"火云问。

"五百米。"孙加亮答。

火云把机头轻轻一推，飞机柔和地下滑了。就在这时，他的荧光屏上出现了敌机的光点。"狗东西，到底找到你了。"他心里立即燃起了熊熊的怒火。

忽然，他的荧光屏上一片明亮，敌机施放干扰。"想逃，没有那么便宜！"火云想着，迅速加大功率，打开防干扰开关，死死咬住敌机不放。

距离逐渐缩短，火云的瞄准具里的光环和敌机的魔影已经重迭。火云的牙紧咬着，现前的强盗激起他满腔的仇恨。近些，再近些。忽然，敌机一推机头，大速度下降高度，准备溜走。

这一带山虽说不高，却山峰连绵，地形很是复杂。敌人靠着他的电子装备，要起钻山沟的把戏来。

这样一来，指挥所的雷达很难看到敌机和我机。失去了地面引导，给火云增加了多大的困难啊！但是，敌人就在面前，说什么也不能放它回去。火云心想：敌机所以这样放肆，敢在夜间钻山沟，是因为它的速度小，有电子装备。如果我也减小速度，并且死死地咬住它，利用雷达跟踪敌机，那么敌机就成了我的向导，敌机的电子装备倒可以给我引路了。想到这里，火云浑身充满了力量。于是他把机头一推，紧紧跟了下去。

夜漆黑，雨在下。就在布满云雨的山沟里，火云正在充满信心地追逐着他的猎物。他两眼倾注在飞机的荧光屏和仪表上，手和脚不停地作着各种动作，战鹰象黑夜中的猫头鹰，扑捉着"夜鼠"。

孙加亮在地物回波区里看着时隐时现的我机和敌机，只能根据这些稍现即逝的情况，去推断敌我机的航向、速度和高度。有时甚至一下子也弄不清那稍现即逝的光点，是飞机被山遮住了，还是撞上山头。他怀着复杂的心情，全神注视着荧光屏。

这时，火云被黑暗包围着，闪电中看见一块块黑影不断地从他头上和身边闪过去，他弄不清也无暇去辨别哪是云哪是山了。

和敌机的距离越缩越短，火云忽然看到前边火光一闪，这是敌机尾喷管喷出的火焰。对呀，看着敌机的火焰跟踪开炮。

要看清敌机喷出的火焰，就要比敌机的高度低。然而现在高度只有300米了，在山峰中飞行，每下降一米的高度，就会增加一份危险呀！

火云轻轻推了推机头，大胆地把高度又适当降低，钻到敌机腹下后方。瞬间，距敌机只有三百米了。火云拉了拉驾驶杆，战鹰昂起头来，瞄准敌机，恰在这时，一道闪电，火云十分真切地看到敌机的黑影盖满了自己的座舱，他猛地把油门一加，以然抵消开炮时的后座力，同时，狠狠地按下炮钮。倾刻，象火山爆发似的震撼山谷，象千万条火龙似的喷射而出，那缤纷的焱光照亮了漆黑的夜空。火龙穿过敌机的腹部和背部爆炸开来，形成一片火光。

火云加大油门，正脱离攻击，猛听到孙加亮大喊一声："拉起来！"火云猛地拉起飞机，只见眼前黑乎乎的一堆，原来是座山，战鹰贴着山峰直上高空。他回头看了看燃烧着的敌机，一团火光迅速扩大开来。他在敌机上空盘旋了一周，眼看着敌机化成熊熊大火，才翅膀一展，返航了。

机场的跑道和滑行道上灯光齐明，那红的蓝的，绿的白的灯光象仪仗队一样，排成一列列一行行，欢快地跳跃着，迎接火云的凯旋。

震天的锣鼓声响起来了……



看了前面那篇战斗故事，读者们可能对于故事中提到的一些技术名词感到兴趣，这里就来简单介绍一下：

什么是电子侦察

本栏解说：光 曙

在《风雨夜空的战斗》一文中，提到电子侦察、电子侦听、电子干扰、电子驾驶和地形回避等有关航空电子学的问题。下面从技术的角度，对这些问题作一简单介绍：

电子侦察 电子侦察可用来避免飞机本身与对方的飞机相接触，或用来确定对方无线电设备（如无线电通讯发射机、雷达装置等）的性能、数目和位置等。

要避免与对方的飞机接触，可以在飞机上装设一种无线电侦察接收设备，用来接收对方无线电发射设备辐射的信号（如对方雷达辐射的电磁信号），如果侦察接收设备开始收到信号，这就预示飞机本身已进入对方雷达的探测范围，可能为对方雷达发现，这样就等于预示有受到攻击的危险。在这种场合，只要侦察装置能发出简单的音响（或闪光信号），以示是否存在对方雷达的辐射就行。

如果为了确定对方无线电设备（如雷达等）的性能及位置等详细数据，那么除了必须装设无线电侦察接收设备外，还必须装设一种无线电测向设备。后者通过可以旋转的定向天线，来测定对方无线电设备的真正方位或相对方位。在侦察接收设备或测向设备的输出端，可以接一专门装置，用来确定对方无线电设备辐射出来的电磁波频率、波形以及载在电磁波上的信息。

如果侦察接收设备的侦察范围只在无线电通讯的范围内，并只是用来窃听对方的无线电通话，那么就属于电子侦听了。

电子干扰 任何无线电发射设备（包括雷达）工作时总要辐射电磁波，因此容易暴露自己，也就是说对方可以利用侦察接收装置接收到辐射的电磁波，并在此基础上进行人为干扰。所谓人为干扰，就是故意辐射一种和对方无线电设备使用的频率相同的电磁波，来迷惑或压制对方雷达所要收集的信息，使对方雷达显示器上出现一些附加的东西。这些附加的东西可以是若干类似真实目标的信号，也可以布满整个雷达显示器的荧光屏。

人为干扰基本上可分为二类：一，“强力”的干扰；二，欺骗性干扰。强力的干扰就是利用压制信号的方法，将雷达信号中包含的信息尽量掩盖掉。欺骗性干扰就是力图去变换对方雷达信号中所包含的信息，以便使它失去战术效用。在发射干扰信号的时候，必须使干扰信号的频率和对方雷达使用的频率相同，而且干扰信号的强度还要足够大，才能使对方雷达荧光屏上出现干扰。

电子反干扰 为了防止敌人施放干扰破坏我方雷达的正常工作，可以在我方雷达上采取一些反干扰措施。这些措施一般来说可分为二类。一类是不使干扰进入雷达接收机。例如，为了避免敌人施放的干扰进入我方雷达接收机，雷达工作时可以改变工作频率，每次改变频率后，对方就需要一段时间重新测定雷达的工作频率，并重新调整干扰机。在这段时间内，雷达观察员就可以观察目标的回波信号。另一类是干扰进入接收机后的反干扰方法。例如在雷达中，装设一些反干扰线路。在一般情况下，当有干扰的信号出现时，只要打开反干扰线路的开关，就可以反掉对方的人为干扰。

电子驾驶 又称自动驾驶或自动飞行控制。它是在没有飞行人员直接参加下，利用装设在飞机上的专用设备以及地面上某些必要设备来操纵飞机，使飞机按预定的航线和高度飞行。这种飞机上的专用设备，一般称为自动驾驶仪，是由一些电子、电气、机械装置组合而成的。

地形回避和地形跟随 现代军用机为了避开敌方雷达的侦察，有时要在五百米以下的超低空飞行接近敌区，然后进行袭击。高速飞行的飞机以这样低的高度，飞行在山区和丘陵地带时，需要进行地形回避或地形跟随才能防止与前方的障碍发生碰撞。地形回避是指飞机在固定高度上作水平飞行，机上用雷达显示出前方高于规定高度值（该值低于飞机的飞行高度）的障碍物所在的方向。驾驶员根据雷达的指示，作绕开障碍的机动飞行。地形跟随是在飞机上用雷达不断测量前方地形的起伏，然后自动地操纵飞机上升或下降，使飞机与地面始终保持在某一规定的高度上。《风雨夜空的战斗》一文中描写的敌人“夜鼠式”飞机，能够“自动逾越障碍，夜间超低空钻山沟，自动躲避山头”，就是在飞机上装了地形回避和地形跟随的雷达设备。但是，狐狸再狡猾也斗不过好猎手。敢于入侵的敌人，不管采用什么样的先进的技术，玩弄什么样的阴谋诡计，在英雄的中国人民解放军面前，终究逃不脱彻底被歼的命运。

本期封面

矿工的女儿上了天

本栏解说：吴森辉

在人民解放军某航校的机场上空，一架架飞机在进行紧张的飞行训练。驾驶这些飞机的，都是在无产阶级文化大革命中锻炼成长起来的年青女战士。

她们原来都分别在中国人民解放军陆、海、空军里担任电话员、卫生员、打字员、绘图员等职务。一九七〇年秋天，当她们被通知到航校学习飞行时，激动得流出了热泪。她们说："象我们这样在旧社会里穷人家的女孩子，如今和男学员一起学习飞行，这是毛主席和党给我们妇女的权力啊！"从进入航校的第一天起，她们就立志为了保卫伟大的社会主义祖国而贡献一切。读者们在本期封面上看到的照片，就是她们中间的一个，名叫谢瑞华。她正在座舱里聚精会神地操纵着飞机。下面，我们来介绍一下，她是怎样以革命的精神和顽强的毅力来学习飞行的。



讲评（木刻）

韩镜芙

一九七二年一月二十六日，是学员单飞起落的日子。一架徐徐降落的战鹰，在"T"字布旁着地，平稳地在跑道上滑行。这时，信号员举起红旗，传来了着陆成绩优秀的喜讯。

驾驶这架战鹰的女战士谢瑞华，是一个普通矿工的女儿、原唐山十九中学的红卫兵小将。在史无前例的无产阶级文化大革命中，她为保卫毛主席的革命路线而战斗，受到了锻炼，提高了觉悟。一九六八年，她光荣地参加了中国人民解放军，后来又被选调到某航校学习飞行。她决心不辜负党的培养，不辜负人民的期望，为巩固国防、保卫社会主义祖国学好飞行技术。谢瑞华懂得健康的身体对飞行的重要性，每天早晨她坚持练长跑，中午练习打球，晚上睡觉前也要做一次体操。但是，不料她进校后的第十七天，在练习"天梯"下滑动作时，右脚踝关节骨折伤，被送进了医院。

谢瑞华躺不住，睡不着，倔强地支撑着身子想站起来。可是，右脚被石膏板夹住，不能动弹。

晚上，谢瑞华打开毛主席著作，认真学习毛主席的有关教导，心里豁然开朗了。她想，摆在眼前的任务是安心养伤，刻苦锻炼，早日恢复右脚的活动机能，为重返航校学习飞行创造条件。谢瑞华把自己的想法向部队首长作了汇报，得到了领导的大力支持，把这个想法告诉了护士，得到了护士们的热诚帮助。不久，大队领导给她送来了航空理论书籍，还指定在同院养病的一个教员按时给她补课。每天早晨，医护人员协助她锻炼身体。从这以后，这个年青的女战士，在病房里为争取飞上天空展开了一场战斗。

谢瑞华刻苦锻练了五个月，不仅恢复了右腿的机能，还在病房里补完了拉下的课程，以优异成绩，完成了理论学习任务。部队领导根据谢瑞华学习飞行的强烈愿望和她同伤病作斗争的顽强精神，批准她转入飞行大队。今天，她终于驾驶着战鹰在天空中展翅飞翔，又在跑道上轻轻着陆了。

封面的这张照片，是初冬的一天下午，在空军某航校机场上拍摄的。当时，女学员们正在进行座舱实习，准备第二天的飞行。拍摄使用的是日光型彩色负片，胶卷速度二十定，光圈八，速度六十分之一秒，加一微型闪光泡作辅助光。



渦輪噴气发动机的构造和分类

肖 陵

当你看到一架喷气飞机迅速地划过晴空的时候，你可曾想到：伴随着那隆隆的轰鸣声，数千个发动机零件正在紧张地工作。

“发动机是飞机的心脏”，这句话已经是发动机制造工人和技术人员、使用维护发动机的空军战士和广大的航空爱好者所熟悉的一句话了。确实，飞机的性能、安全和可靠，在很大程度上取决于发动机工作的好坏。现在，就让我们来看看飞机的这颗“心脏”——涡轮喷气发动机是由哪些部分组成，并且是怎样工作的。

纯涡轮喷气发动机

参看封三，最上一图是一台典型的纯涡轮喷气发动机，它是由进气道、压气机、燃烧室、涡轮、尾喷管等五个部分组成，发动机完全依靠向后喷出高温高速燃气流产生推力。这五个部分中，压气机、燃烧室和涡轮是任何一种燃气涡轮发动机所不可缺少的基本部件。

空气由发动机的进气道进入发动机后，在压气机里被压缩而增压。然后，流到燃烧室里，和喷嘴喷出来的雾状燃油掺混燃烧，形成高温的燃气。高温燃气经过涡轮的导向器，进到涡轮叶片通道里膨胀加速，吹动涡轮高速转动而做功。这样，燃油燃烧给予空气的热能，有一部分就在涡轮里转变成涡轮的机械功，带动压气机和附件系统工作。剩下的一部分热能使燃气在尾喷管中继续膨胀。或者有的发动机中，还在加力燃烧室内再次喷油燃烧，使燃气温度更高，具有更大的热能，利用收敛型或收敛—扩散型的尾喷管，使热燃气用很高的速度——接近音速甚至超过音速——向后喷出。这样，发动机就能产生向前的推动飞机飞行的推力了。

在涡轮喷气发动机里，涡轮吸收的机械功是用来带动压气机压缩空气的。压气机压缩的空气量很大，每秒有几十公斤到一百多公斤，甚至有的高达两、三百公斤。因此不能采用我们常见的活塞式压气机，而要采用离心式或轴流式压气机来压缩空气，也有将两者组合起来的混合式压气机。

离心式压气机的形状和我们常见的离心式水泵很相似，只是“个子”大得多，转速也高得多，一般它每分钟可转一、两万转。空气由前面进入，也可以由前后两面进入离心式压气机中心部分，然后被高速转动的离心叶轮甩到叶轮的外缘，利用旋转的离心力来提高空气的压力。封三左上图表示出一台具有双面进气离心式压气机的纯涡轮喷气发动机。这种喷气发动机的特点是结构简单，压气机工作可靠，制造方便。因此，早期的喷气式飞机上曾广泛使用这种发动机。它的缺点是：迎风面积大，所以飞行时阻力大；它的增压能力有限，一般只能使空气压力提高四倍到四倍半，即增压比为4到4.5，使发动机不能发出更大的推力；发动机的耗油率（即每公斤推力每小时消耗的燃油）较高，经济性不好。这些原因使它不利于高速飞行。

目前，在高亚音速和超音速的飞机上，广泛采用具有轴流式压气机的涡轮喷气发动机。从封三看出，空气是沿发动机的轴线方向进入发动机。然后，通过一级一级的，类似小风扇的轴流压气机，使它的压力逐级升高。我们可以通过增加压气机的级数的办法来提高轴流式压气机的增压能力。目前某些轴流式压气机的增压比已经达到27～29。因此，虽然它有零件多，构造复杂，加工困难，成本高等缺点，但是因为它有增压能力强，空气流量大，迎风面积小等主要优点，所以现在比较先进的飞机上使用的都是这种类型的发动机。

涡轮螺旋桨发动机和涡轮轴发动机

涡轮螺旋桨发动机和涡轮轴发动机与纯涡轮喷气发动机不同，在这两种发动机里，绝大部分或全部的高温燃气中的热能，都在涡轮里膨胀做功了，因此发动机尾喷管喷气只产生很少的推力（如涡轮螺旋桨发动机）或根本不产生推力（如涡轮轴发动机）。飞机依靠发动机带动螺旋桨或旋翼产生拉力或气动力。封三表示出“子爵号”旅客机上的涡轮螺旋桨式发动机。它采用了单面进气的两级离心式压气机，增

压比可以到6.35，由三级涡轮带动。涡轮除了带动压气机外，还通过齿轮式减速器和螺旋桨轴带动螺旋桨。在地面工作时，它可以发出约三千马力的功率而只产生三百四十公斤的推力。而有些在直升机上用来带动旋翼的涡轮轴发动机，则根本不产生推力。它只是一台产生功率的燃气涡轮发动机。这两种发动机由于充分利用了热燃气的能量，减少了高温燃气由喷口喷出时造成的热量损失，提高了发动机的热效率，因此，它们的耗油率可以进一步降低。如果以马力来计算，可以到0.22～0.25公斤燃油/马力·小时。但是因为它们要使用螺旋桨或旋翼来做推进器，所以只能用在直升飞机或亚音速的客运机上。

涡轮风扇发动机

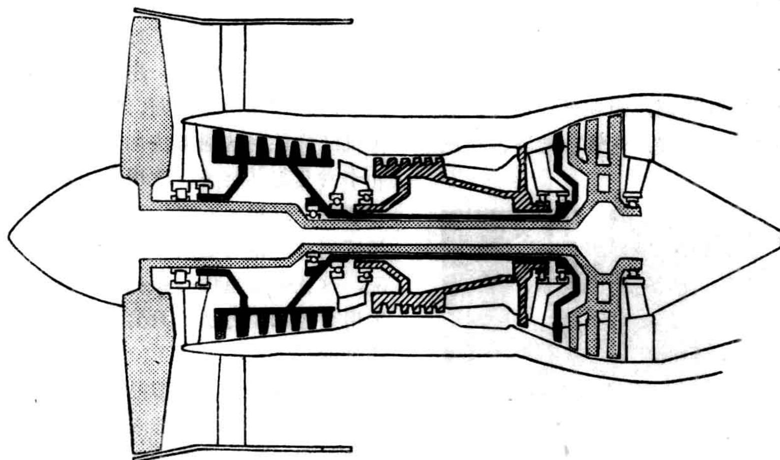
具有轴流式压气机的涡轮喷气发动机，因为可以提高压气机的增压比，因此发动机的经济性指标——耗油率已经由早期的1.0公斤燃油/公斤推力·小时下降到0.75～0.8公斤燃油/公斤推力·小时。但是，为了进一步改善发动机的经济性，使喷气飞机适应远航程要求，在一九六〇年以后，发展出了所谓第二代涡轮喷气发动机——涡轮风扇发动机。

涡轮风扇发动机是在涡轮螺旋桨发动机和纯涡轮喷气发动机的基础上发展出来的。把螺旋桨直径缩小，叶片增多，装入发动机壳体内，由涡轮轴带动旋转，就成为涡轮风扇发动机。涡轮风扇发动机和纯涡轮喷气发动机最主要的区别在于：在涡轮风扇发动机里，涡轮所提供的功，除了带动压气机外，还要带动一个在压气机前面的直径比压气机大的风扇。封三上表示出涡轮风扇发动机的原理图，压气机前面有一级大直径的风扇。有了风扇就可以增加通过发动机的空气流量，可以提高发动机的推进效率，改善喷气发动机的经济性。目前比较先进的涡轮风扇发动机已经可以使耗油率下降到0.45～0.6公斤燃油/公斤推力·小时。但是，由于风扇的直径仍然比较大，因此它的迎面阻力也比较大。此外为了避免在风扇外径处气流流过风扇叶间的相对速度过高，通常风扇的转速远远低于压气机的转速。但是降低转速又会降低压气机的增压能力，因此，为了提高压气机的增压能力，现在几乎所有的风扇发动机都采用双转子甚至三转子的结构。封三的涡轮风扇发动机中前一级风扇和五级压气机，是由后面的三级涡轮通过内轴带动的，而后面的七级压气机则由前面的一级涡轮带动。这样，后面七级压气机和一级涡轮组成的转子就可以在较高的转速下工作，就可以提高压气机的增压能力。通常叫它为双转子发动机的高压转子，而相应的风扇、五级压气机和后面的三级涡轮就组成了低压转子。这种“轴套轴”的双转子结构，无疑使发动机大大复杂化了，技术问题也更多了。然而由于它能使风扇和压气机等各个转子各在自己最有利的情况下工作，能充分发挥各个部件的潜力，可以使发动机得到很好的性能，所以，不但在风扇发动机上采用它，在许多纯涡轮喷气发动机中，也广泛使用着这种双轴式的轴流压气机。如“协和号”超音速旅客机，使用的就是双转子纯涡轮喷气发动机。还有象“三叉戟”和“波音707”等旅客机，使用的都是双转子的风扇发动机。不但如此，目前已经使用更复杂的三转子发动机，它的方案参看下图。

随着各种喷气式飞机的发展，出现了许多新的矛盾、新的问题，为了解决这些矛盾和问题，三十年来，涡轮喷气式发动机已经由比较简单的几种发动机，发展成了一个庞大的“家族”了。在封三上，表示出了涡轮喷气发动机的分类。在这里我们主要是根据燃油燃烧所产生的能量在发动机部件中的分配方式来分类的。也可以按照部件的结构型式或转子的数目等特征来进行分类。

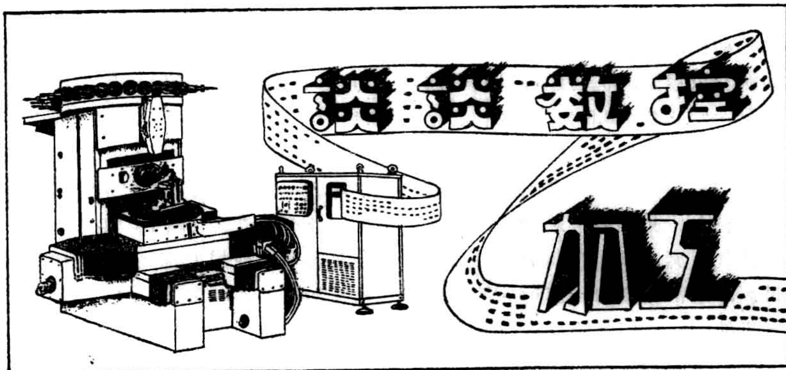
在涡轮喷气发动机的发展过程中，老机种的运用范围缩小，被新机种代替，达到更高的水平。这生动地证实了**“新陈代谢是宇宙间普遍的永远不可抵抗的规律”**。

题图设计：王青生



三轴（又名三转子）式涡轮风扇发动机

网纹表示三级涡轮带动的风扇　黑实线表示低压转子　剖面线表示高压转子

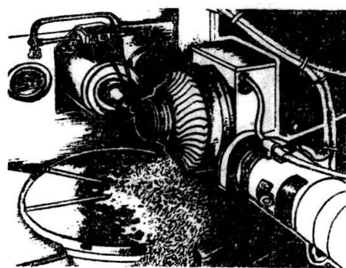


汪　一　彭

数控加工，就是用数字电子计算机对生产加工的一些过程进行数字控制。它有利于解决中小批量的复杂零件生产自动化问题，能够减轻工人的劳动强度，缩短生产周期，提高加工精度。因此，在航空生产中，受到日益广泛的重视。

航空产品的制造中，有大量的机械加工工作。简单的零件，如车外圆、铣平面等，用一般的工夹具即可定位加工；形状复杂的零件，就需要大量的工夹具才能保证加工质量。这些工夹具的制造，既提高了加工的成本，又要耗费很多时间。

五十年代以来，出现了一种新的技术，称为数控加工，它是在精密测量、计算技术等迅速发展的基础上出现的。开始它应用于金属切削机床的控制，现在已经逐步扩大到切割、焊接、弯管、检验、绘图等许多方面。



图一　数控机床在加工叶轮

在航空生产上的应用

数控加工之所以能够获得迅速发展，主要是它具有一系列突出的优点。其中对于航空工业有特别重要意义的是，能有效地缩短新产品试制的生产准备周期。这是因为采用数控加工后，工夹具的需要量大大减少了。这既节约了加工这些工艺装备所需要的时间，也减少了它们之间的相互协调问题。例如，某一飞机结构件用普通方法加工，需要九十六套工艺装备，改用数控加工方法后，仅用了八套。此外，在产品试制时，常有更改个别尺寸的情况，这就需要重做一系列工夹具；采用数控加工方法，只要换一条穿孔带就行了。

对于航空产品的多品种、小批量、形状复杂、精度要求高、结构不断更新等特点，数控加工在很大程度上能够满足要求。因此，数控技术在各国的航空工业中，应用都很普遍。

以飞机生产为例，数控加工可以应用于以下各个方面：

一，工艺装备的制造

如模线的绘制，样板和卡板的制造，钻具、夹具和各种模具的制造等。

二，产品零件的制造

如整体壁板、整体梁、整体隔框的加工，蜂窝芯子的铣削，发动机叶轮及箱体零件的加工等。

三，组件装配

如数控铆、数控焊等。

四，产品的检验

如孔位和外形的精密测量等。

图一就是用数控机床加工飞机发动机压气机叶轮的情况。

数控加工的基本原理

数控加工究竟是怎么一回事呢？

所谓数控，就是数字控制的简称。因为在数控加工中，工件尺寸、形状、加工顺序及加工指令等都是以数字代码的形式给出的，即是由数字来控制的。一台数控加工用的控制机，实际上就是一台专用电子计算机。

图二是一个数控机床主要组成部分的示意图。它说明了数控机床的组成部分及其相互联系。现在，我们就来分别说明每一部分的功用和它的简单原理。

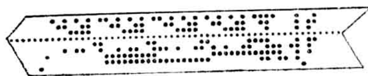
一，穿孔带

它是人和数控机床之间的一种媒介。人们通过它来对机床发出各种命令，实现对机床的控制。

穿孔带是根据工件图纸和工艺



图二　数控机床的主要组成部分



图三　有八个孔位的穿孔带

要求制成的，这项工作叫做“程序编制”。说得简单一点，就是在纸带上穿孔，不过这些孔得按照一定的规律排列。现在，国际上通用的是一种每行有八个孔位的穿孔带，如图三所示。在每一行里，孔数和孔位都不一样，它代表着不同的意义。有些代表曲线类型、运动方向、切削速度等所谓加工指令；有些则表示起点、终点、圆心等座标数据。纸带上的小孔是走带孔，其作用和电影胶卷两边的孔类似，用以保证在读数时，每行孔与阅读机之间有准确的相对位置。

控制媒介除用穿孔带外，也有用穿孔卡、磁带或磁卡的。

二，孔带阅读机

这个机器是用来阅读孔带的，就象人的眼睛一样。因为绝大多数数控装置是电子式的，因此穿孔带上的孔必须转变成电讯号，才能被数控装置所接受。孔带阅读机的任务就是判断某一个孔位是有孔还是无孔，并将其转换成相应的电讯号。

目前广泛使用的阅读机是光电式的（图四）。纸带的上面装有光源，相应的孔位下面有一个光敏二极管。纸带有孔时，光源的光通过孔使光敏二极管导通，此时便产生一个电讯号；纸带无孔时，光源的光被纸带隔开，光敏二极管截止，电讯号消失。

三，数控装置

这是整个机器的核心部分，它通过阅读机接受穿孔带的讯号，进行各种必要的运算并输出相应的讯号，控制伺服机构动作。

首先是对输入讯号进行译码，即将输入讯号的意思翻译出来。因为孔带阅读机将穿孔带上的孔变成相应的电讯号以后，只是了解了某一行中那几个孔位有孔，那几个孔位无孔，还不清楚这些孔的组合究竟表示什么意思，所以要进行译码。这种翻译工作是通过控制机内部的译码器来实现的。

其次是进行插补运算。或者称为产生曲线。所谓插补，就是说机器能在我们给定的点之间，通过运算，自动补充许多中间点，从而形成直线、圆弧等一些预先规定的轨迹。因为穿孔带上的孔的位置只表示了轨迹上一些点的位置，在点与点之间轨迹的形状还不清楚，所以要进行插补。好比我们乘飞机，只定了从北京到广州还不够，还必须指出中途要经过的城市一样。

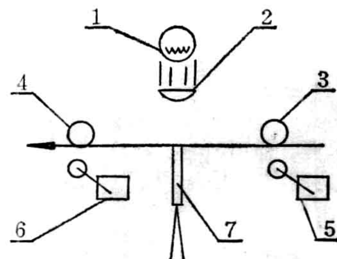
目前常见的插补类型有直线插补和圆弧插补。任何一种插补类型，即使是直线插补，也能够以很高的精度加工出任何形状的零件。因为从数学上说，一条任意的曲线，都可以用直线段去逼近它。直线段越短，则准确度越高。

如果要用许多直线段（或圆弧）去逼近一条任意的曲线，则每一个直线段（或圆弧）的原始数据都必须记录在穿孔带上，使机器走完一段直线（或圆弧），再走一段直线（或圆弧），以近似所要求的曲线形状。

插补的方法有好几种，其中一种叫“逐点比较法”。这种方法实际上是走一步，看一看的方法。每走一步，先看一看现在的位置，究竟在给定曲线的那一边，然后再决定如何走。如果在右边，就要向左走一步；如果在下边，就要向上走一步。可见，这种走法，总是向给定的曲线靠拢的，误差可以控制在一定的范围内。

四，伺服机构

伺服机构的任务是执行数控装置发出的位移命令，以带动机床工作台或刀具作规定的运动。例如在



图四　光电式的孔带阅读机

1. 光源；　2. 透镜；　3. 从动轮；
4. 主动轮；　5. 停止电磁铁；
6. 启动电磁铁；　7. 光敏二极管

某个座标方向，以何种速度，移动多少距离等。常用的伺服机构有步进电机、直流电动机等。

步进电机是将电脉冲转换成角位移的一种装置。角位移量和接受的脉冲个数成比例。而其转动速度则和脉冲频率成比例。

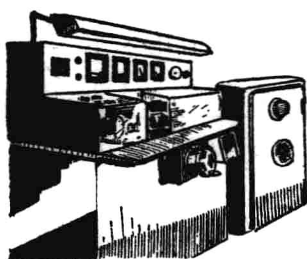
有些步进电机，功率比较小，往往不足以直接带动机床，一般需要一套液压放大装置，进行功率放大后，再由液压放大器去带动机床。

五，机床及测量装置

由伺服机构带动机床，完成穿孔带规定的动作，这样就构成了一台数控机床。这种结构的数控系统，称为开环系统。但是这种结构有一个问题，就是数控装置发出的命令，伺服机构带动机床完成得如何不清楚，这就象只是布置工作而没有检查一样。为了解决这个矛盾，就应该装上测量元件。测量元件把机床的实际运动情况及时通知数控装置，并和要求的运动相比较，直到机床确实完成了穿孔带所要求的运动为止。这种数控系统，称为闭环系统。

通过上面的介绍，可以看出数控加工技术并不神秘，它一定会在航空工业中得到更加广泛的应用。

·王秉义绘图·



电解加工

——谈电解切削在航空发动机制造中的应用

丁 立 铭

电解加工是最近十余年出现的新工艺，能加工硬、韧、脆的金属材料和形状复杂的零件。在航空发动机制造中发挥了日益显著的作用。

本刊第二期发表的《电解加工》一文，说明了电解加工的原理和优点。本期介绍电解加工的应用和存在的问题，以及今后的发展。

电解加工的应用及其发展

正因为电解加工具有一些突出的优点，不少国家都很重视这项加工技术的发展。而且，在航空发动机制造中得到日益广泛的应用。

电解加工技术在发动机零件生产中的应用已有十多年的历史了，航空发动机制造工厂已经把电解加工技术作为正规的加工技术在生产线上使用，而且，在生产线上都装备了为数较多的电解机床。

随着电解加工技术的发展，在发动机制造中，正在不断扩大电解加工的应用范围。起初，电解加工只用于涡轮叶片型面的加工，现在，已扩大到机匣，环形件的型面以及气冷涡轮叶片的深小孔的加工。简言之，电解加工在发动机制造中，主要用在难加工材料的型面和深小孔的加工方面。

下面就简单介绍一下，电解加工在发动机零件的型面和深小孔加工中的应用情况：

一、型面电解加工：

叶身型面　涡轮叶片位于燃烧室后面，处于摄氏八、九百度的高温燃气流中，而且以每分钟约一万转的高速旋转，产生巨大的离心力。例如重量仅半公斤重的涡轮叶片，其质量离心力约达十吨。这个力拉着叶片使之与轮盘脱离，如果让叶片自由甩出，可以打穿十毫米厚的钢板。涡轮叶片处于这样艰难的条件下工作，所以需用高强度耐热合金制造。这类材料又硬又韧，很难加工。此外，涡轮叶片的数目多，截面形状不是圆弧，而是用许多座标点标注型面的变化，型面扭曲而单薄。总之，叶片数目多、形状复杂、材料难予加工，但是对加工的精度和光度要求却很高。一般在二级加工精度和光度▽▽▽,以上。过去用机械加工的方法制造涡轮叶片的叶身，因为材料又硬又韧，刀具磨损很快，一次走刀加工量很少，需要经过十几道甚至二十几道工序才能加工出来。对于成型的关键工序，工人必须具有熟练的操作水平，仔细地进行操作。加工过程中稍不小心，就会造成贵重零件报废，所以涡轮叶片常常成为发动机出厂的关键。有矛盾就有斗争，斗争的结果，电解加工新工艺取代了旧的机械加工。这就是电解加工首先应用于涡轮叶片叶身型面的原因。

涡轮叶片叶身型面的电解加工，都采用双电极，同时加工叶盆和叶背型面（参看本刊第二期电解加工原理图），加工效率较高，一般几分钟就可加工一片。但是，这不是说，把待加工的叶片，放在两个工具电极之间，简单地通上电流，就可加工出合格的叶片来。电解加工考虑的因素较多，过程比较复杂。在这个过程中，电流密度、电压、加工间隙、电解液温度、浓度、流速等加工参数随时都在变化，要想加工出合格的零件，就必须对这些参数进行严格控制，使它们在整个加工过程中，始终保持予先选定的恒定值。或者控制某些参数按照一定的规律变化，若不能及时控制，就会影响加工质量。

现在使用的电解加工设备大都装有自动控制装置，可对加工参数、给进量进行自动控制。用这种电解加工设备加工涡轮叶片，可使叶片型面的加工精度最高达到±0.025毫米，在生产中可以达到±0.1毫米的精度。

机匣型面　为了提高发动机单位重量产生的推力，就要尽量减轻发动机的重量。机匣是发动机中的最大零件，如果能使机匣的重量减至最小，那么，就能够有效地降低发动机的重量。因此，大推力发动机的机匣都有许多减重凹腔，型面很复杂。以前，机匣的复杂型面都是用铣刀一点一点铣出来的，加工时间很长，费用也很高。

现在，已经采用电解加工方法，来加工具有复杂型面的机匣。电解加工机匣时，一般均采用多电极同时加工，因而，加工效率可比金属切削加工显著提高，一般可提高十倍以上。为了提高加工效率，

机匣的电解加工通常都采用1～2万安培的电解加工设备，电流密度约为160安培/厘米^{2}左右。

薄盘　为了减轻发动机重量，大推力发动机轮盘腹板愈来愈薄，最薄的已达到1毫米。这样薄的盘用切削方法加工，就会由于切削力作用产生加工变形。采用两面进刀车削，虽然可以避免切削变形，但是，加工后，在进行热处理时，要产生热处理变形。为了解决薄盘的加工，正在发展电解车削。电解车削是怎样进行加工的呢？看起来与机械车削很相似，只是电解车削用一个小面积的阴极作工具，在旋转的工件表面上移动。当工件表面从工具电极下面通过时，只在此局部瞬时通电进行加工。由于工件在旋转中进行加工，所以电解车可以加工出较高的精度和光度。

目前，电解车削还处在试验阶段，随着大功率电解机床的出现，可以期望扩大电解车削的应用。

二，深小孔的电解加工：

气冷涡轮叶片的深小孔加工　气冷式涡轮叶片一般都有一些数目不等的深小孔。深而小的冷却孔给加工带来极大的困难，甚至用钻头根本无法加工。为了解决深小孔的加工，近年来，在电解切削的基础上，发展了两种深小孔的电解钻削方法。

型管电解钻孔　用钛管作阴极，可根据要加工的孔形，作成各种形状。电解液从钛管中喷出，在钛管的端面进行电解加工（左下图）。这种方法可加工出各种形状的深小孔，孔的深度可达三百毫米，孔的直径可加工到小于0.76毫米。为了提高加工效率，可采用多电极加工，一次可同时加工出二十个或更多的不同孔形的深小孔。有的设备一次就可加工出二到四块叶片。

电液柱钻孔　它是在型管电解钻孔的基础上发展出来的。工件接阳极，阴极装在绝缘喷嘴内，高压、高速电解液从喷嘴中喷射到工件表面上，依靠带电的电解液流对工件表面进行喷射切削。这种方法可加工出直径更小的深小孔，而且可用多电极加工，效率很高。

上述两种方法可加工出精度和光度比较高的无毛刺的深小孔。

存在的问题及今后的发展

事物都是一分为二的，任何新技术都不是十全十美的，电解加工技术当然也不例外。电解加工虽然具有许多突出的，一般机械加工所不具备的优点，但是也带来一些机械加工不存在的问题，这些问题有待进一步研究解决。目前，电解加工存在的最主要的问题如下：

污染问题　电解过程中分解出的气体，对皮肤和呼吸器官有刺激作用，必须采取良好的通风措施。

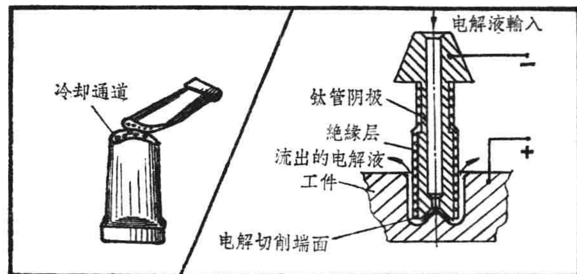
腐蚀问题　在电解加工中是比较严重的。因为，电解加工所用的电解溶液都是一些盐溶液，如食盐水和硝酸钠等，有时，还要加入一些酸性溶液。这些溶液对机床、夹具以及电解液管路都有很大的腐蚀性，若不采取措施，就会使机床、管路等很快腐蚀。目前，这个问题的解决主要有三个途径：一、采用抗腐蚀性好的材料制造机床和管路，目前常用的有不锈钢，玻璃钢和水泥等；二、采用防腐涂料；三，在电解液中加入防腐蚀剂等。

电解液过滤问题　这个问题是电解加工的关键，它直接影响加工效率和质量。特别是在大功率电解加工过程中更加突出。据统计，一台两万安培的电解机床，在八小时加工时间内，就可产生九百零七公斤的电解产物。这些电解产物若不及时清除，会使电解液变成粘稠状液体，不但严重影响加工效率和质量，而且在加工间隙中，积聚不导电的物质，会造成电流中断，使加工过程无法进行。

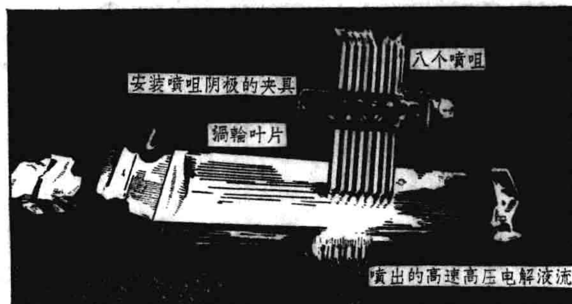
从以上叙述看出，电解加工的设备比较复杂，还需要配备附加的直流电源和电解液系统，耗电量也比较大，成本高。

此外，为了进一步提高加工质量，今后还需要对电解加工过程变量及其相互关系进行深入的理论研究。

随着上述这些问题的解决，电解加工技术可望在发动机制造中得到更加广泛的应用。



叶片的深小孔　　型管电解钻孔



多电极钻孔

苗岭山寨
银燕飞



申幼初

苗岭山寨，巍峨雄伟：清水江畔，碧波粼粼。贵州省体委航模小组在这里为各族社员群众二万多人，举行了精彩的表演。

贵州省农村体育工作现场会，于一九七三年十一月十八日，在黔东南州台江县东风寨生产大队召开。贵州省体委航模小组的同志们二十一日下午，刚结束了在都匀市举行的全省城市防空民兵工作现场会的表演，就乘上汽车，来到东风寨，为参加这次会议的代表和当地各族群众两万多人，作了精彩的表演。

十一月二十三日下午二时，阳光灿烂。苗岭山寨，巍峨雄伟；清水江水光如镜，碧波粼粼。参加全省农村体育工作现场会的代表，东风区和东风寨生产大队的社员们，以及从台江县城，邻近县、区赶来的人们，其中有苗、水、回、侗、布依等少数民族，近两万多人，汇集在东风寨前的清水江畔，苗岭山下。

航空模型表演开始了，航模组的同志们以熟练的动作，起动了发动机，一架无线电操纵的航空模型靶机，平稳地起飞了。金色的太阳，兰色的天空，银燕展翅高飞。

"放靶袋!"扩大器里指挥员一声令下，只见一个红色的绸袋出现在模型飞机的后方，在预定的航线上，由航空模型靶机拖着来回飞行。"打!"阵地上男女民兵，枪炮齐发，颗颗子弹，射向目标。"投伞!"接到指挥员命令的操纵手，按下电钮，只见航空模型靶机立即投



贵州省体委航模小组的同志们在表演前，进行准备。

钟光葵摄

下了二十个五花十色的降落伞，冉冉下降。“打！”民兵连长又一声令下，哒哒哒，机枪开火了，子弹穿伞而过，命中“敌伞兵”！航模发动机响亮地吼叫着，靶机离开了射击空域，越飞越高。突然，它急转直下，绕着它自己的机身轴线，一面旋转，一面下坠，一圈、二圈、三圈，眼看快要触地了，忽然又一抬头，重新展翅高飞。人们开始为它捏一把汗，而后响起了一阵热烈掌声。原来，这是操纵手表演的特技动作——螺旋。高度降低了，“银燕”绕过苗岭山寨，飞越人们的头顶上空，向贫下中农致敬！向大会代表致敬！它园满地完成了任务，绕山沿江而下，安然着陆在起飞时的那块小丘上。

大会代表、男女民兵、苗族老大伯，热烈地谈论着对航空模型表演的印象，他们来到了小丘上，看望了航模小组的同志们，亲切地端详着那几只矫健的“银燕”。

题图设计：温承诚





苗族女社员正在聚精汇神地观看航模表演。

钟光葵摄

简介：航空模型靶机及其他

航空模型靶机 为了加强战备，在我国航空模型运动中，出现了应用于打靶的自由飞、线操纵和无线电遥控等各类航空模型。尤其是后一种具有较多的优越性，目前正逐步普及，技术水平也在迅速提高。

无线电遥控航空模型靶机应用较普遍的一种机体是木质结构，以纸或绢做蒙皮，起飞重量不到十公斤，翼展约二米，飞行速展在一百公里左右，采用汽缸容积为五毫升或十毫升的活塞式航模发动机。

在对空射击训练中，它是模仿“敌机”、“空降部队”等空中活动目标的好方法。既经济简便，技术也易于掌握，地面操纵手可根据打靶的需要，控制其飞行轨迹与姿态。为了充实和丰富训练科目，也可以用来投“伞兵”、拖靶袋、群机编队飞行，也可以发射小火箭和投放小炸弹。在机上还可以增加自动程序控制等设备。

靶袋 拖曳在距航空模型靶机尾部数十米处的一个约二米长的袋状丝织物，其大小和结构根据靶机的飞行性能和打靶需要而定。为易观察而多用红色，为减小阻力和增加其稳定性，靶袋无底，前后相通，外形带有一些锥度。靶机装置靶袋的主要目的，是为了在一般的实弹射击时，可以用靶袋作目标而无需击毁靶机。

螺旋 在飞行过程中，飞机发生沿纵轴的倾斜而得不到足够的气动力矩恢复其平衡姿态，从而丧失必要的升力和倾侧安定性，呈螺旋线轨迹下坠的现象。无线电遥控模型飞机可以由操纵手主动控制其出现螺旋状态，并可以操纵改出恢复正常飞行。这个动作难度较高，飞机处于全失速状态有一定的危险性，需要较好的飞行性能和操纵技术。 （孙景桥）

新闻里的飞行器

图—95 飞机

本栏解说：卢　青

据日本报纸报道，苏联军用飞机一架二月七日早晨侵入日本北海道礼文岛上空。日本航空自卫队立即从千岁基地出动了两架战斗机。苏联军用飞机就向库页岛方面逃窜。日本外务省当日就苏联军用飞机侵犯日本领空，向苏联政府提出了严重抗议（见新华社一九七四年二月八日电讯）。

日本《东风月刊》十一月号附录上刊载了一篇揭露苏修社会帝国主义侵略扩张政策的文章，标题是"苏联社会帝国主义的危险性"。文章揭露了苏修图—95等电子侦察机在日本周围的间谍活动（见《人民日报》一九七三年十一月二十二日报道）。本文根据国外报刊资料，对图—95飞机作一简单介绍。

苏修的图—95是一种什么样的飞机呢？下面根据国外航空报刊的材料，简单介绍一下。

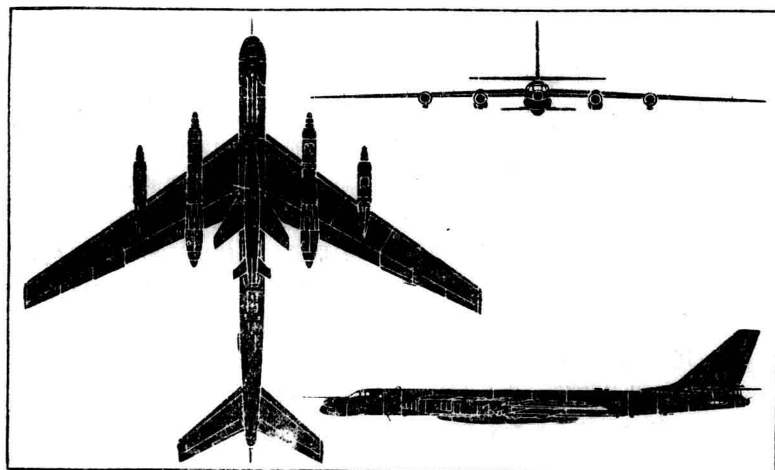
图—95电子侦察机是由图—95远程轰炸机（过去叫图—20，西方称为"熊"式飞机）改装来的。它把图—95轰炸机的弹舱改成电子设备舱，在机身腹部装上一个很大的雷达罩和各种天线罩。机头两侧有侧视雷达天线。操纵电子设备的电子军官在弹舱后面，所以在该处机身两侧增加了两个透明流线型鼓包，以便向外窥测。这种飞机可执行侦听、记录和照相侦察任务。有的电子侦察型飞机装有电视侦察设备，能将地面情况用无线电传送回指挥部。侦察记录和照片传送使用自动跟踪定向天线，将情报信息隐蔽在电视脉冲信号中发送。苏修为了达到它向全球侵略扩张的目的，经常利用图—95电子侦察机到处去作间谍侦察活动。

图—95轰炸机是苏修现用最大的远程轰炸机。正常起飞总重约一百五十四吨，最大可达一百七十一吨。装四台NK—12M涡轮螺桨发动机，每台发动机带动两组同轴反向旋转的四叶螺旋桨；单台功率约一万五千当量轴马力。最大速度每小时九百二十六公里（在七千六百米高度上）；巡航速度为每小时七百二十公里（一万米高度上）。轻载时，实用升限为一万三千五百米。载十一吨炸弹时的最大航程约为一万二千公里。

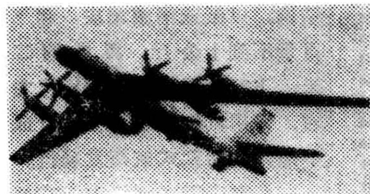
图—95的尾部、后机身上方和下方各装有两门口径为二十三毫米的机炮，机炮射速每分钟一千发。弹舱内可载常规炸弹、鱼雷、水雷、无线电遥控炸弹或核弹等。最大武器载重十五吨。

图—95的翼展为四十八点五米，机长四十七点五米，机高十一点六米。机翼前缘后掠角，内侧为三十八度，外侧三十六度。机翼面积为三百一十一点一平方米。机翼细长，适于远程飞行。机翼后缘外侧装有很大的副翼，内侧是大面积的富勒式襟翼。在副翼前缘装有扰流片以帮助横侧操纵。机翼前缘还有热空气防冰装置。垂直尾翼和水平尾翼都有后掠角。水平尾翼的安装角可以变化，以辅助纵向操纵。机身头部有雷达舱、领航员舱和驾驶舱。机身中部有一个很大的弹舱。机身尾部有通信员舱和射击员舱。起落架是前三点式的。前起落架有两个机轮。每个主起落架支柱上有四个直径一点五米的机轮。起飞后，两个主起落架收入设在机翼上的带有巨大整流罩的主起落架舱内。

图—95还有一种专门带空对地导弹的机型。这种型号的机头雷达罩增大，并装有空中加油设备。飞机所带的导弹外挂在机身的腹部，



图—95飞机三面图（机身腹部带有空对地导弹）



带有导弹的图—95飞机外形

象一架小飞机，称为飞航式空对地导弹。这种导弹西方称为“袋鼠”，编号AS—3型，是苏联服现役的空对地导弹中最大的一种。导弹翼展九米，全长十三点五米。弹重约七千二百公斤。是核装药战斗部。导弹最大飞行速度每小时二千三百公里，有效射程三百至四百公里。这种型号由于有外挂导弹，阻力增加很厉害，航程显著减少。此外，所带导弹命中率也很低。

苏修的图—95轰炸机是五十年代初期研制出来的。一九五五年、一九五六年间装备部队使用。估计总共生产约三百架，现在仍在服役使用的有七十架左右。

在图—95的基础上，苏修还发展生产了图—114民用旅客机。

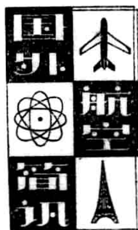
苏修的图—95飞机并不难对付。由于它速度不大，既飞不高，也不能低空入侵，加上笨重和机动性差，自卫能力弱等，白天难以攻击有防空力量的目标。看来它主要用于夜间偷袭和攻击防空力量缺乏的目标，但也容易被防空导弹和截击机击落。由于这种飞机很大，所以用较重型武器对付比较合适。

苏修的图—95电子侦察机在世界各地的间谍活动越多，它的社会帝国主义侵略本性的狰狞面目就暴露得越彻底，世界各国人民就越能认清这个社会帝国主义的危险性。

*

本刊一月号更正

第一页左栏第二行四十亿应为六十亿公里；第三页右栏倒数第八行四十八亿公里应为五十九亿公里；第四页左栏第十四行一万倍应为约六千七百倍；第六页左栏倒数第二十一行一八〇三年应为一九〇三年；第十页照片说明西北北应为西北；第二十三页右栏第十二行空军副官应为空军副武官；插页四照片摄影者应为陶光明；第六页左栏倒数第六行首价应为首位；第九页中栏倒数第八行外力应为升力。



电子计算机在民航中的一些应用

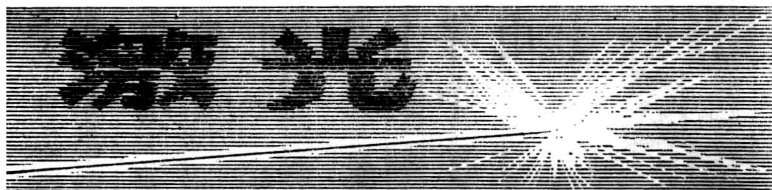
任　远

目前，国外已开始广泛利用电子计算机来办理旅客订座。在民航订座处设置若干台终端机，每台终端机都有打字键盘和显示屏；键盘用来向电子计算机输入信息，而显示屏则用来显示人们所需要的种种信息。分布于各城市订座处的终端机都通过通讯网路同电子计算机中心相连接。如果旅客要订座，可以自己直接使用订座终端机或者通过航空公司的办事员在终端机上用键盘打字向电子计算机输入信息。不到二、三分钟，电子计算机就把各次班机什么时间起飞，有无空座，飞经什么地方等信息在显示屏上显示出来，供旅客选择。旅客决定预订那一次飞机票，就自己（或由办事员）把姓名等用键盘打字输入电子计算机内存储。用不上几分钟，旅客就能订到他想要的票。有关旅客的旅客资料，一般可在电子计算机内保存三个月，以备旅客查询。查询时，只要用键盘打入询问信息，计算机就迅速、准确地把储存的有关某旅客的旅程资料，如某旅客那一天从甲地搭乘那一次班机到乙地，过几天又搭乘那一次班机到丙地等等显示在显示屏上。

为了保证飞机安全飞行并尽可能多载客货，在起飞前必须编制周密的飞行计划。在计划中要考虑飞机的性能：最大的起飞重量和着陆重量；要考虑起飞地点和目的地的跑道的海拔高度、长度和方向，飞行距离；还要考虑当时当地的温度、风向和风速，航线沿途的天气情况，综合这种种因素才能决定载多少有效载荷，带多少油。要人工计算这些，是相当费时的。用了电子计算机就十分方便、迅速。飞机的性能，跑道海拔高度、长度和方向等都是固定的数据，可以及早地储存在电子计算机内，至于气象情况，则要随时送入电子计算机。电子计算机接到编制飞行计划的控制指令，就快速地进行各种运算，最后通过输出装置——打印机，打印出详尽的飞行计划。一般打印出三份计划：一份是飞行时间较短，另一份是耗油较少，第三份是飞行费用较低。飞行员对这三份各有所长的计划进行比较，参照当地沿途天气变化的情况，作出判断，选用其中一份计划，有时还对此计划进行一些必要的修改。

飞行计划确定后，储存在空中交通管制中心的电子计算机内，可以随时检查飞机是否按飞行计划进行飞行。

空中交通管制中心用雷达监视所管辖的空域，通过天线向四周空间扫射无线电波束。当无线电波碰到飞机后，就有回波送回雷达天线，然后送进电子计算机进行分析、识别，最后在大尺寸的显示屏上用不同的符号、文字和颜色显示出所辖空域内各航线上飞行的飞机位置、速度、高度和航向。同时控制的飞机可达二百余架。指挥调度人员面对显示屏，对所辖空域内飞机的飞行情况一目了然，随时可以下达调度指令。当飞机进入机场空域时，调度员借助电子计算机精确的计算，按先后次序引导飞机一架一架进场着陆。这使飞机留空等待着陆的时间大为缩短，可以大大节省燃油，并且充分提高跑道的使用率，使更多架次的飞机在跑道上安全起降。



激光

天津大学精仪系激光教研室

激光的出现，是六十年代科学技术的巨大成就之一。十多年来，激光技术发展十分迅速，特别令人注意的是，激光技术在航空领域中的应用日益广泛，如激光雷达、激光测距、激光制导、激光通信、激光准直、全息照相等等。本期先介绍激光原理，以后陆续介绍激光在航空中的各种用途。

与普通光相比，激光具有下列优异的特性。

激光的方向性很好，是一束几乎完全平行的光束，而普通光则是向四面八方散射的。例如，在最好的情况下，把一束激光射向月球，经过三十八万多公里，在月球上散开的直径还不到二公里，这相当于一弧秒的发散角。可见，激光在空间传播时所张开的角度——发散角是极为微小的。激光雷达、激光测距、激光通信等都是利用激光方向性好这一特性来实现的。

激光的亮度高，能量高度集中。若用透镜使激光束聚焦，在透镜焦点的实际温度，可以大大超出太阳表面温度(约六千度)，在瞬息之间熔化钢铁，打穿最坚硬的物质如金刚石等。因此，在航空工业中可以用来对金属材料进行打孔、切割和焊接。目前国外正在研制中的所谓死光武器，就是利用激光能量高这一特性，产生能量高度集中的光束，以摧毁侵袭的飞机和导弹。

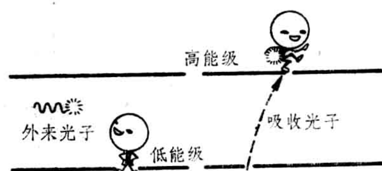
激光的单色性好，时间相干性也好，它通常只具有单一的颜色，波长宽度很窄，尤其是气体激光器发出的光，其波长宽度更窄，可小于一个埃（一个埃等于10^{-8}厘米）。而普通光源发出的光是非相干性的，颜色分布很宽，也就是说它的波长宽度很宽，例如太阳发出的光，包括红、橙、黄、绿、青、蓝、紫以及其他的辐射波长等。

用光的干涉（指两束光相遇时引起某些地方加强，某些地方减弱的现象）进行精密测量时，波长是一把尺子，单色性越好，“尺子”的精确度越高。因为激光的单色性很好，所以人们可以利用激光干涉来进行精密测量。例如，用激光干涉测长的方法，一次可测量几米以至几十米，这在激光出现以前是做不到的。

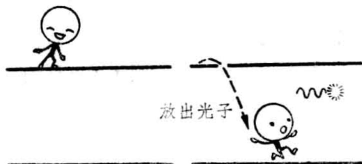
激光究竟是怎样产生的？让我们从物质发光的本质谈起吧。

自发发射和受激发射

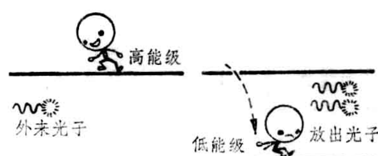
光和物质世界的任何东西一样，是一种物质的客观存在形式，光是由物质发出来的。大家都知道，物质是由原子组成的，原子又是由一个带正电荷的核和核以外的带负电荷的电子组成。这些电子处于许许多多个各不相同的能量状态。如果把这些能量状态模型化，那么可以认为，电子沿着核外围特定的分立的轨道运动。这一个轨道对应着一特定的能量叫做能级或能态，离核愈远，能量愈高。在正常状态下，电子总是处于能量最低的轨道上。一般发光现象只涉及到那些较外层的价电子（光电子）的运动行为，这些价电子通常应处的能态，叫做基态。当外界给原子施加能量（如光照、电子碰撞、热激发等）时，价电子就可能吸收外界能量从基态受激发而跃迁到能量较高的能级(统称激发态)。激发态不是原子的稳定状态，电子很快地又自发地跃迁到基态或跃迁到较低能级，最后再回到基态。这时就可能以发光的形式释放所吸收的能量，即一个电子的这种向下跃迁就可能辐射出一个光子。这个光子的频率ν_{21}正比于两个跃迁能级的能量差E_2-E_1，即$\nu_{21}=E_2-E_1/h$，h是一已知常数。可见频率越高的光子，能量也越大。原子受激吸收和自发发射的情况，分别如图一图二所示。



图一　原子受激吸收示意图



图二　原子自发发射示意图



图三　原子受激发射示意图

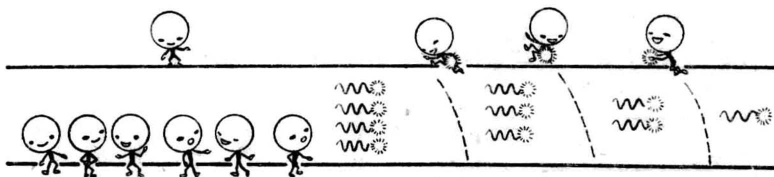
物质是由大量的原子组成的。在原子群中，各个原子从高能级 E_2 向低能级 E_1 发出的频率为 ν_{21} 的光子的初始相位是彼此无关的。这种辐射方式叫自发发射。显然自发发射的光“步调”不一致，因而它是不相干光。我们所说的普通光，都是这种自发发射的光。

原子发光的机理，除了自发发射之外，还有一种很要紧的机理乃是受激发射或感应发射。假设有一个原子处于激发状态 E_2，这时若有一个能量 $h\nu_{21}=E_2-E_1$ 的光子照射这个原子，它就受到感应而发生从高能级 E_2 向低能级 E_1 的跃迁，同时放出能量也为 $h\nu_{21}=E_2-E_1$ 的光子。这个被感应而产生的新光子与感应光子具有相同的特征，即不但有相同的频率，而且有相同的相位，相同的偏振方向，和相同的发射方向，所以这两个光子是完全相干的。当有大量的原子处于激发态，则这种感应发射会发出连锁式的雪崩反应，形成大量原子的强烈的受激发射，而且这些大量的受激发射光子都有相同的频率、相位、偏振和发射方向，所以受激发射也称相干辐射。从这样一个模型看，一个入射光子变成两个（因为其特性相同），入射辐射被放大了一倍，如图三。

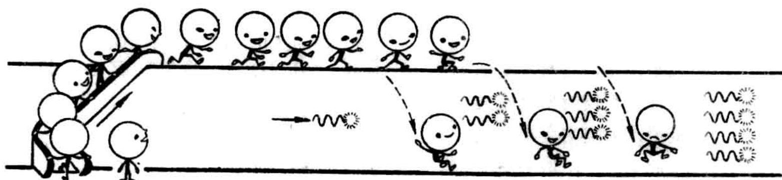
归纳起来，原子系统（物质）内部与发光有关的相互作用过程有三：1.受激吸收；2.自发发射；3.受激发射。最初的受激发射是由自发发射引起的。

原子系统的粒子数反转

一个原子或离子的光电子处于基态或激发态时，等于说这个原子或离子处于基态或激发态，因此原子中电子跃迁，也可说成是处于不同能级的原子跃迁。而分子与原子相类似，也有自己的能级分布，不过分子的能级结构更为复杂，分子的能级跃迁也可产生光子。我们把原子、离子或分子统称为粒子，因此，原子、离子或分子按能级的分布或跃迁，也就可以称为粒子数按能级的分布或粒子跃迁。



图四　绝大部分的粒子处于能级最低的基态，随着外激励的增强，发生受激吸收跃迁，高能级的粒子数逐渐增多起来。



图五　当高能级的粒子数多于低能级的粒子数时，外来光子可能引起连锁式的受激发射，粒子从高能级向低能级跃迁，于是实现了信号光子的放大。

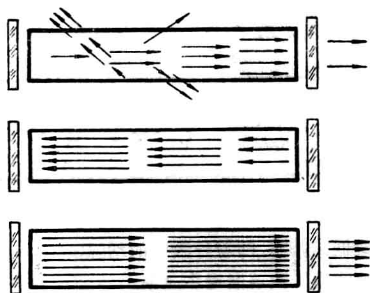
原来在正常状态之下，组成介质的原子系统中，绝大部分的粒子处于能级最低的基态。随着外激励的增强，发生受激吸收跃迁，高能级的粒子数会逐渐多起来。在此期间，介质的发光以自发发射为主，自发发射引起的受激发射占次要地位。自发发射产生的光叫荧光，也就是普通的光。但当外激励十分强大足以弥补荧光发射而有余时，在具有适当能级结构的粒子系统内，由于激励速率已超过荧光辐射速率，于是粒子数按能级的分布有可能达到高能级的粒子数多于低能级的粒子数，这种状态叫做粒子数按能级分布的反转状态。

当高能级的粒子数少于低能级的粒子数时，受激吸收几率（正比于低能级的粒子数）较大，系统对于信号光子的反应是以吸收跃迁为主，整个原子系统表现为吸收，如图四所示。

当高能级的粒子数多于低能级的粒子数时，受激发射的几率（正比于高能级的粒子数）较大，系统对信号光子的反应可能引起连锁式的受激发射，产生粒子从高能级向低能级相干的跃迁，最终表现为对信号光子的放大，如图五所示。

激光的形成和激光器

发光介质处于粒子数反转状态（放大状态）是激光产生的必要条件。单有必要条件还不足以形成激光，因为这时受激发射还不能很强烈，而且射向四面八方，各个方向的几率等同（图六上）。现在把处于粒子数反转状态的工作物质放在两块由平面或球面反射镜构成的所谓光学谐振腔内，如图六中所示，则由于自发发射引起的受激发射光子，在两个反射镜之间以光速来回反射，因而在这个腔的轴向方向上，受激发射反复地发生连锁式的过程，象雪崩一样使受激发射得以再生放大。这样，高能级的粒子数就只被沿腔轴方向上的辐射迅速



图六　激光振荡的形成过程。上：受射发射的光子向四面八方发射；中：受激发射的光子在两个反射镜之间来回反射，使受激发射得以再生放大；下：把一个反射镜的反射率降低，使有部分透射，以输出激光。

“抽空”，而形成受激光辐射，这就是激光。为了从中取出能量以资利用，只要把两个反射镜之一的反射率降低，使有部分透射，那就可以从该端输出激光(图六下)。

实际的激光器，主要由激励源、激光工作物质和光学谐振腔等组成。

激励源的任务是提供能量，把激光工作物质激励到两个激光能级间形成粒子数反转状态。固体激光器（图七）的能源一般是强闪光灯（如充氙气的脉冲氙灯)。气体激光器（图八）是把激光工作物质本身电离放电，由电子碰撞，把气体激光物质内的粒子数选择激励到反转状态。半导体激光器（图九）一般是用强电流激发的。

哪些物质能作激光工作物质呢？对它的主要要求是：第一，它的能级结构要有有利于形成粒子数反转的一对或几对激光能级，通过选择适当激励方式和谐振腔，产生某种所需波长的辐射。第二，激光工作物质本身是光学透明、均匀、无缺陷的物质。目前主要的激光材料有固体、气体和半导体。固体材料有：掺铬离子的红宝石，掺钕离子的钕玻璃和掺钕离子的钇铝石榴石。气体材料有氦氖混合气体，氩离子气体和二氧化碳气体。半导体材料主要是砷化镓半导体。

光学谐振腔的作用是使受激发射得以再生放大而形成激光，并保证激光具有良好的方向性和空间相干性。

只要合理地选用激励源，激光工作物质和光学谐振腔，我们就能获得所需波长的激光。

十多年来激光技术有了很大的进展。就拿激光器来说，目前连续输出功率已达二十万瓦，脉冲峰值输出功率为二十五兆兆瓦。激光波长复盖范围可以从一百埃至七百七十三点五微米。激光的应用有上千种之多。总的说来，激光技术还刚从基础研究准备和技术萌芽的发源期，开始过渡到初步带来实用成果的发展期，离发展成熟相距尚远。激光技术的前景是无限广阔的。

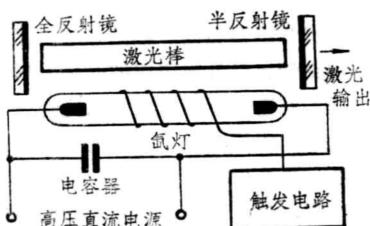
我国工人阶级和革命科技人员，在毛主席的革命路线指引下，十多年来在激光技术及其应用方面取得了丰硕的成果，可以相信，在不远的将来，一定能够赶上和超过世界先进水平。　·章振业插图·

资料

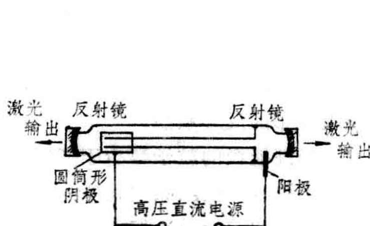
一九七三年世界民航运载量

据国际民航组织对一九七三年度一百二十八个会员国的定期航班载运量所作的统计，该年的全部载运量(包括客、行李、货、邮)为七百五十亿吨公里。这个数字比一九七二年增长了百分之十一，是历年来的最高记录。但是，增长率却比一九七二年低（一九七二年比一九七一年增长了百分之十二），原因是许多航空公司在最近时期减少了班次。

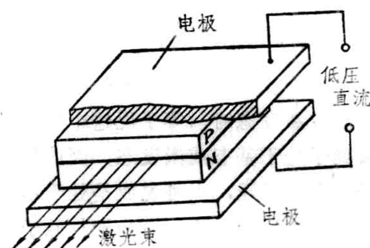
一九七三年的旅客载运量是四亿八千万人次，共计六十亿吨公里，比一九七二年高百分之十。一九七三年的货运量达到一百七十一亿吨公里，比一九七二年高百分之十五，是一九六九年以来增长最快的一年。一九七三年的邮件运输量是二十九亿吨公里，比一九七二年高百分之五。



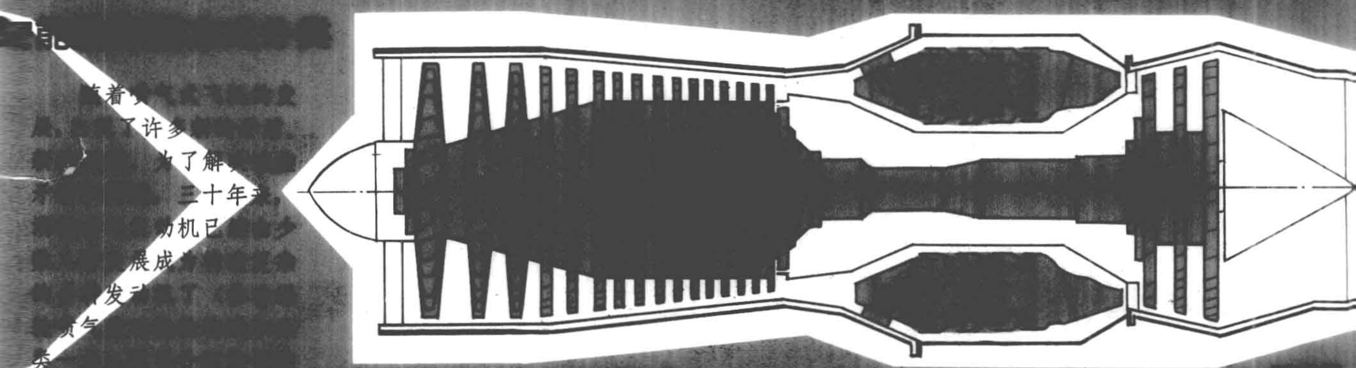
图七　固体激光器



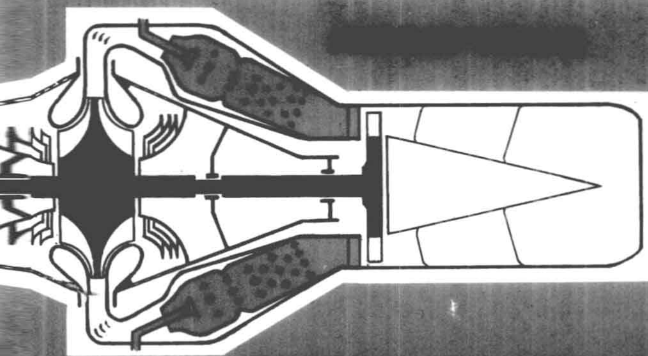
图八　气体激光器

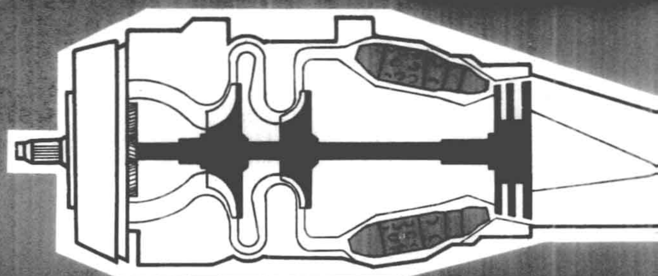


图九　半导体激光器

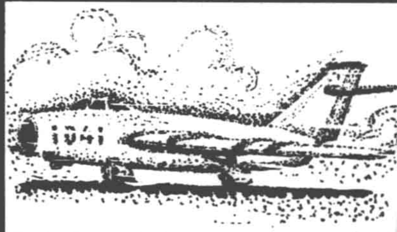


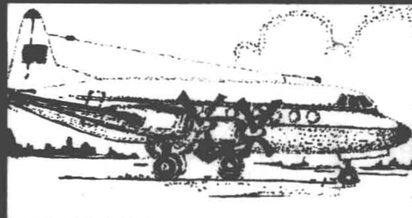
[illegible]着[illegible]了许多[illegible]为了解[illegible]三十年[illegible]动机已[illegible]展成[illegible]发动[illegible]





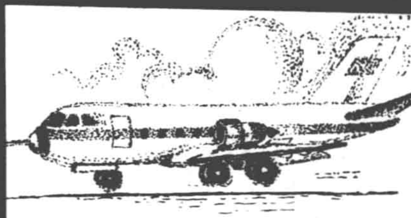
纯[illegible]动机是[illegible]烧[illegible]喷气动机[illegible]件。

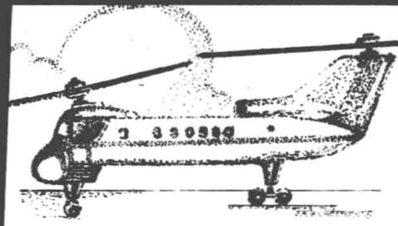




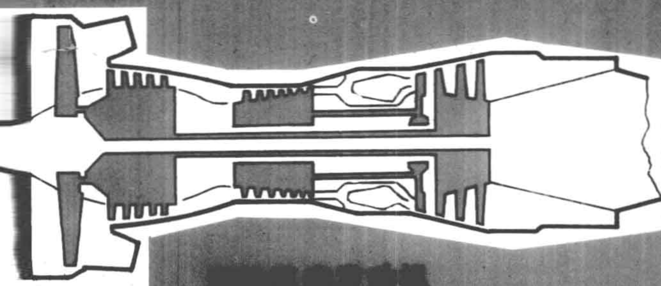
[illegible]机的特[illegible]出[illegible]内[illegible]机[illegible]产生[illegible]

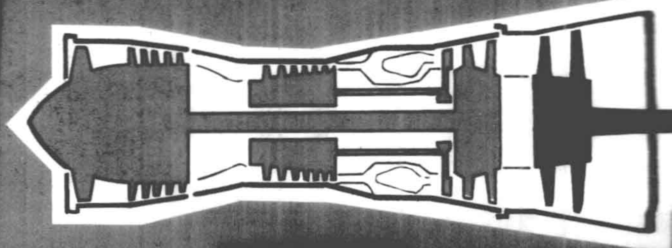
涡轮风扇发动机与纯[illegible]动机[illegible]上的[illegible]多。





看！涡轮轴发动机内[illegible]带动压气[illegible]






14502

4

1974

航空知识

互教互学

一九七三年



毛主席语录

我们现在思想战线上的一个重要任务，就是要开展对于修正主义的批判。

航空知识

一九七四年四月号目录　四月一日出版

在这一期

在毛主席为首的党中央领导下，批林批孔运动正在全国蓬蓬勃勃地深入发展。航空部门的广大战士、工人和革命干部、革命知识分子，积极投入批林批孔斗争，本期发表的民航空勤人员写的两篇稿子，愤怒批判林彪继承孔老二的衣钵，鼓吹『克己复礼』，妄图复辟资本主义的罪行。

现代飞机的制造，是一个很复杂的过程。它需要经历一系列的分工合作，最后才能装配成一架完整的飞机。本期《飞机壳体的制造》一文和插页《飞机的装配过程》图解，介绍了机体制造的一些工艺知识。现代战争中，坦克是一种主要的进攻性武器，尤其是帝国主义、社会帝国主义发动侵略战争，常常利用大量坦克进行突然袭击。本期《反坦克导弹》一文，介绍用导弹对付坦克的情况。

编辑　中国航空学会航空知识编辑委员会

出版　航空知识杂志社

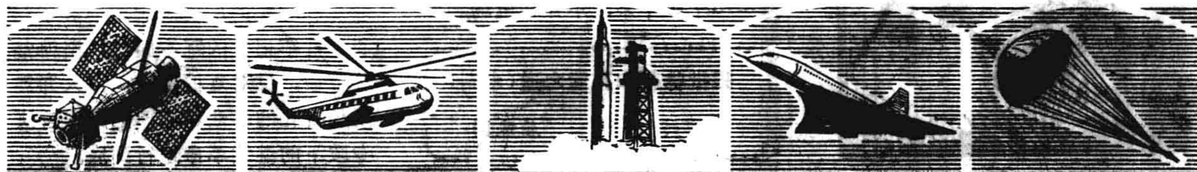
地址：北京市学院路

印刷　北京新华印刷厂

北京胶印厂

发行　北京市邮局总发行，全国各地邮局订购

代号：2-410　印数：208,500　定价：0.20元



把批林批孔的斗争进行到底

卑贱者最聪明 高贵者最愚蠢

民航飞行中队长 刘中用

两千多年前没落奴隶主阶级的反动思想家孔老二，为了维护和恢复奴隶主的统治，把自己打扮成“圣人”，竭力鼓吹“天生德于予”的“天命论”，胡说什么“生而知之”，“唯上智与下愚不移”的反动谬论。叛徒、卖国贼林彪为了复辟资本主义，建立林家法西斯王朝，也扯起了反动的“天才论”的破旗。“天才论”是林彪“复礼”的理论纲领。他声嘶力竭地叫嚷“不能不承认天才”，“先知先觉是有的”，“我的脑袋长得好”“特别灵”，把自己吹成“生而知之”的“天才”，以“天马”自居，自比文王，为他篡党夺权制造理论根据。

人的知识是先天有的，还是后天有的？是英雄创造历史，还是奴隶创造历史？这是唯心论的先验论和唯物论的反映论的斗争的焦点。

伟大领袖毛主席指出：**“人的正确思想是从那里来的？是从天上掉下来的吗？不是。是自己头脑里固有的吗？不是。人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。”**毛主席的教导，是对孔老二鼓吹的“生而知之”的彻底批判，对于这个真理，我们这些出身贫下中农家庭的飞行员是深有体会的。



狠批林彪和孔孟之道（木刻）

屈建国

我是一九五九年被选送到航校学习飞行的，原来我看到那么大的飞机在天上飞，感到很神秘，到航校后，开始也怀疑自己：“我这个出身在农村的人，也能学会飞行吗？”后来经过党的教育，使我逐渐懂得了“**认识来源于实践**”，“**卑贱者最聪明，高贵者最愚蠢**”这些道理。增强了我学习飞行的信心，我想：毛主席给我们插上钢铁翅膀，我一定要展翅在蓝天飞翔。但学习飞行的道路不是平坦的，学习的困难确实不少。我们严格训练，严格要求，反复苦练飞行技术。盛夏，飞行座舱中温度高达摄氏四五十度，一坐进去就汗流浃背；严冬，座舱中温度比外界更冷，一会儿就手脚麻木。为了不辜负党和毛主席的期望，学好为人民服务的本领，我们在教员的带领下，冬练“三九”，夏练“三伏”。有时为了掌握一个动作，突破一个技术难点，一连苦练几十遍，几百遍……十多年来，不知在机场和座舱中渡过了多少酷暑和严冬。通过努力实践，我们终于掌握了飞行技术。我由小型运输机逐渐改飞中型运输机、大型运输机，我们这些被林彪、孔老二所鄙视的普通劳动人民，居然掌握了复杂的飞行技术，成了国家的主人，这充分证明人的智慧和才能只能从三大革命斗争实践中来。孔老二的“天命论”，林彪的“天才论”，完全是一套骗人的鬼话。

林彪这个孔老二的孝子贤孙，不读书，不看报，不看文件，是个什么学问也没有的大党阀、大军阀，他抄袭他祖师爷的“天命论”，到处贩卖反动的“天才论”，其罪恶目的，就是要借助孔老二的幽灵来实现他做“皇帝”的美梦，妄图复辟资本主义，建立封建买办的法西斯的林家世袭王朝。但是，历史的辩证法是无情的。两千多年前的孔老二为了“克己复礼”，象个无头苍蝇，东奔西窜，奔波了一生，结果连同他的复辟迷梦一起，被历史车轮压得粉碎。林彪步孔丘的后尘，把自己比做“天马”，想在空中“独往独来”，挥舞“克己复礼”的破旗，阴谋发动反革命武装政变，结果是自取灭亡，成为不齿于人类的狗屎堆。

挥舞孔老二“克己复礼”黑旗的林彪反党集团复灭了，并不等于孔老二和林彪的反动思想就消灭了。我们要牢记党的基本路线，坚持继续革命，反对复辟倒退，深入开展批林批孔的群众运动，把无产阶级专政下的继续革命进行到底。



历史车轮不容倒转

民航飞行员　孙凤歧

资产阶级野心家、阴谋家、两面派、叛徒、卖国贼林彪，是一个地地道道的孔老二的信徒。他把两千多年前的孔老二兜售的『克己复礼』这个复辟奴隶制的反动纲领奉为至宝，并多次狂叫什么『悠悠万事，唯此为大，克己复礼。』这就充分暴露了林彪迫不急待地妄图从根本上改变党在社会主义历史阶段的基本路线和政策，颠覆无产阶级专政，复辟资本主义的狼子野心，他是我们工农兵的死对头。

『克己复礼』，就是要开历史的倒车，让我们工农兵再吃二遍苦，受二茬罪。在那万恶的旧社会，我家祖祖辈辈和亿万穷苦人一样，真是苦瓜泡在苦水里，苦得没法提。全家给地主当牛做马，忍饥挨饿，七口人扯着一床破被，不知熬过了多少数九寒冬。父亲为了躲债逃离家乡，四岁的弟弟因饿而病，被万恶的旧社会夺去了他幼小的生命。

霹雳一声震天响，来了救星共产党。党和毛主席解放了我的家乡，我们穷人翻身做了主人，幸福的日子越过越好，真是芝麻开花节节高。在党的培育下，我成了我们村的第一个中学生，成了我家祖祖辈辈第一个有文化的人。一九五八年我光荣地参加了中国人民解放军，当上了人民的飞行员。我爱人大学毕业，弟弟中学毕业，现在他们都是光荣的人民教师。我哥哥是生产队的保管员，侄儿也快要高中毕业了。真是旧社会的『小人』，新社会的主人，两种社会两重天，千言万语归一句：今天的幸福生活全靠毛主席的革命路线。

可是孔老二的忠实信徒林彪，对我国人民在毛主席的领导下取得的社会主义革命和建设的伟大胜利恨之入骨，恶毒污蔑和攻击无产阶级文化大革命。其用心和孔老二是一模一样，都是开历史的倒车。孔丘复礼，复的是『周礼』，就是复辟奴隶制度之『礼』。林彪『复礼』的阶级内容，就是把被打倒的地主资产阶级重新扶植起来，建立林家法西斯王朝。林彪要照搬孔老二的『兴灭国，继绝世，举逸民』的那一套，大肆叫嚣要对无产阶级专政的敌人『一律给予政治上的解放』，要把我们社会主义新中国拉回到半封建半殖民地的旧中国去，让地主、资本家重新骑在劳动人民的头上作威作福，这绝对办不到，这只能是林彪的痴心妄想！

毛主席教导我们：**『想要阻挡潮流的机会主义者虽然几乎到处都有，潮流总是阻挡不住的，社会主义到处都在胜利地前进，把一切绊脚石抛在自己的后头。』**新生事物是不可战胜的，新社会一定要代替旧社会，这是不以人们的意志为转移的客观规律。『克己复礼』孔老二搞不成，最后在『吾道穷矣』的哀叹中一命呜呼。在无产阶级专政的今天，林彪也绝不比他的祖师爷好些，更是只落得个自取灭亡的下场。毛主席教导我们说：**『历史的巨轮是拖不回来的。』**一切妄图倒转历史车轮的人都只能是螳臂挡车，粉身碎骨于历史车轮之下。

题头剪纸：高世续

深入批林批孔

（速写）



△狠批"克己复礼"

江　凯



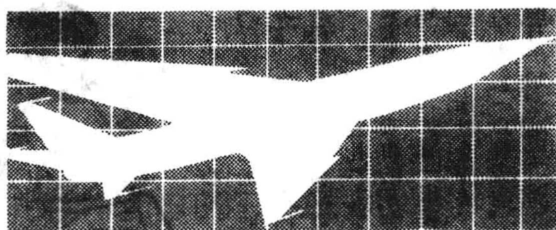
△做批林批孔的闯将

侯温民



◁认真学　深入批

苑成心



飞机壳体的制造

任仲贵

飞机壳体制造技术，是在劳动人民所创造的生产技术和生产经验的基础上，结合飞机构造的特点，发展形成的一门应用科学技术。

飞机壳体包括：机身、机翼、尾翼、襟翼、副翼、各种舵面和起落架等。它们都是在飞机工厂制造的。飞机的其它部分，如发动机、仪表、电机电器、无线电设备、各个系统及其附件，由专门的工厂分别制造，并以成品供给飞机工厂。在生产飞机的过程中，它们被陆续装配或安装到飞机壳体上。

飞机壳体的制造，和一般机器产品的制造相同，也要经过制造毛坯、加工零件、装配、总装和试验等四个阶段。但是，在每个阶段，它有它不同于制造一般机器产品的特点。

制造零件的毛坯

飞机壳体上的零件所用的毛坯，如锻铸件、板材、管材、型材等主要由外厂供给。飞机工厂只负责较简单的小型零件，如支架、接头、各种摇臂等毛坯的制造。

为了提高飞机的飞行性能，应尽量减轻飞机的结构重量，因此，现代飞机越来越多地采用了大型的整体零件（见图一）。这些形状复杂，尺寸大的零件毛坯，需要专门的制造技术和设备，尤其是整体框、肋、梁、壁板等大型锻件，要用三万至七万吨的巨型压力机来制造。

零件的加工

飞机壳体零件，据毛坯不同，可以分为两大类。

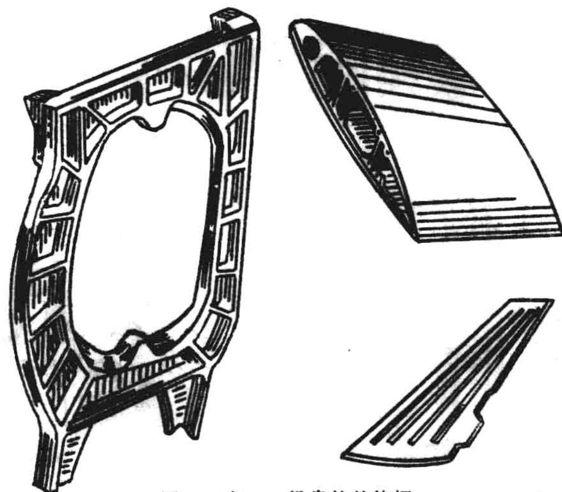
一、钣金零件

飞机的蒙皮、肋、框、桁条、整流罩等，它们所用的毛坯，大部分为铝合金或钛合金的板材、型材、管材等，这类零件称为钣金零件。

一架现代歼击机壳体，约有钣金零件二千六百多个，占飞机壳体零件总数的百分之八十五以上。这些零件，形状复杂、尺寸大、刚度小。如某飞机上的一块蒙皮零件，宽零点八米，长十八米，而厚度却只有四毫米。这样的零件，还要制造出满足空气动力要求的流线外形，因而，它的制造方法就和一般机器产品不同了。为了保证这些钣金零件的互换性，以便装配工作能顺利进行，制造它们时就要根据模具来加工。成批生产中，一架飞机需要各种冲压、成形模具万余套。这些模具是由具有相应实际尺寸和形状的样板来制造的。一架飞机壳体约需各种成套样板数万块。

钣金零件是利用材料的塑性来成形的。什么叫塑性呢？大家都看到过做饭的铝锅，它是用一块铝板，按照模子压制或旋压加工成形的。把一块铝板制成一个铝锅，形状虽然发生了很大变化，但在改变形状的过程中和铝锅制成以后，没有产生破裂现象，我们说铝板有良好的塑性。钣金零件就是利用铝合金的这种塑性，按照相应的模子，把板材、管材、型材，经过拉伸、压延、弯曲等变形方式制成的。有些材料常温下塑性不好，只有在加热到一定的温度才有良好的塑性，钛合金就是这样。所以钛合金零件，要在加热的条件下来制造。

有的钣金零件是用手工敲打的，有的则是在机床上加工成形的。如一块双曲度的蒙皮，就是在蒙皮拉型机上制成的。对于框、肋零件，除了用手工敲打

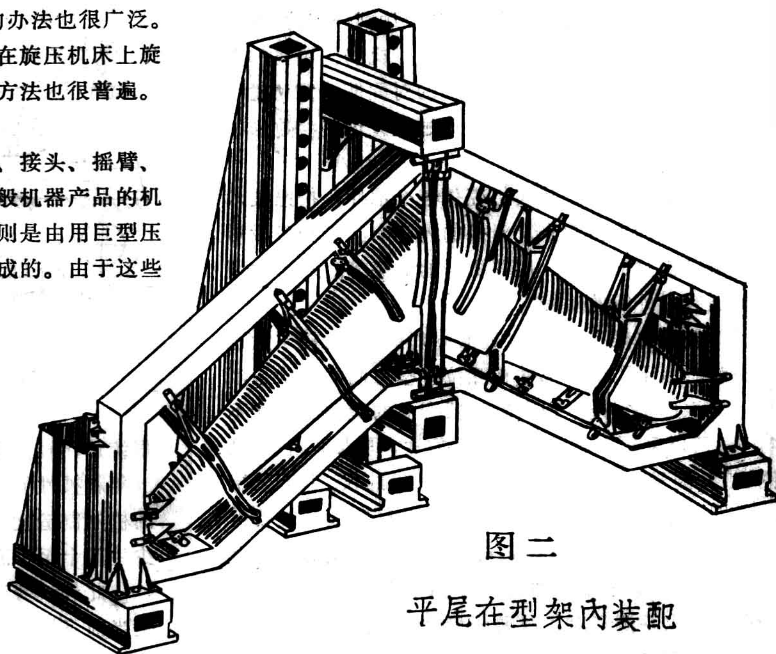


图一　左——机身的整体框
　　　右——机翼的整体件

外，在大吨位的液压机上用橡皮成形的办法也很广泛。象机头罩一类的旋转体零件，一般是在旋压机床上旋压制成的。此外，用爆炸成形的加工方法也很普遍。

二、机械加工零件

这类零件包括机身，机翼上的梁、接头、摇臂、支架、螺栓等。它们的制造方法和一般机器产品的机械加工零件相同。对于整体结构件，则是由用巨型压力机制造出来的毛坯经过机械加工制成的。由于这些零件尺寸大，具有复杂的气动外形，所以，加工只依据图纸就不行了，还必须依靠样板、样件(实样)、靠模等才能完成。为减轻这些零件的重量，非配合面的多余材料也必须切削掉。这样，就加重了机械加工车间的负担。

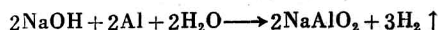


图二

平尾在型架内装配

此外，还可用上万吨的锻压机锻造、各种精密铸造、喷丸成形以及化学铣切等方法来制造零件。这也可以减轻机械加工车间的负担。

化学铣切，就是用化学腐蚀的原理，把零件要加工的地方用腐蚀液腐蚀掉。不需要加工的地方用耐碱性物质保护起来。对铝合金零件，腐蚀液常采用碱溶液(NaOH)，其化学反应可用下式表示：



$$2NaOH + 2Al + 2H_2O \longrightarrow 2NaAlO_2 + 3H_2 \uparrow$$

反应中逸出氢气，偏铝酸钠留于溶液内。这种加工方法生产率高，对于平面尺寸较大的零件，特别适用。如某飞机升降舵的外壳，一般铣床加工要用四十小时，而用化学铣切方法加工，只要四小时就行了。

近年来，数控机床的普遍采用，提高了零件的加工精度，降低了成本，大大提高了劳动生产率。

除钣金、机械加工零件外，飞机壳体还有一些用塑料、橡胶制成的非金属零件。如驾驶员座舱罩就是用有机玻璃经过切削和成形而制成的。

飞机部件装配

制造一般机器产品，装配工作只占总劳动量的百分之二十，而飞机壳体的装配工时，则占整个飞机制造总工时的百分之五十到七十。所以，装配工作量大是飞机壳体制造的显著特点。

飞机部件的装配过程，就是将飞机零件按照规定的技术要求，用铆接、焊接、胶接等方法把它们相互连接起来的过程。在装配阶段，必须满足飞机的飞行性能对生产提出的技术要求，这些要求包括部件的外形准确度以及部件内零件与零件相互位置的准确度。由于飞机部件的外形是在装配以后才定型的，所以装配阶段对飞机壳体的制造质量起决定性的影响。

为完成飞机部件的装配工作，飞机工厂相应的设有机身、机翼、尾翼等部件装配车间和起落架制造车间。制造好的飞机零件，分别送到这些车间，进行飞机的部件装配。它们的装配过程是：先将少部分零件预先装配成梁、肋、框组合件以及机身或机翼的板件；然后装配成比框、肋复杂的段件；最后装配成一个完整的部件。(参看插页“飞机装配顺序”图)。

为了减少装配过程中产品的变形，不论组合件、板件、段件、部件，一般都必须在装配夹具和型架内装配，这是飞机装配的一个重要特点。在成批生产中，一架飞机壳体约需上千台成套的装配夹具和型架。而一般机器产品装配，就用不着夹具和型架了。例如装配一个尾翼(图二)，首先将尾翼的肋、长桁、接头，按装配顺序在型架上用卡板和定位件定好位置。然后用铆钉将肋和长桁铆接成一个骨架。最后再把蒙皮铆接在骨架上而成尾翼。在装配完毕的尾翼上打上测量点，检验合格以后，从装配夹具上取下，准备和后机身对接。

飞机的总装配和水平测量

总装配是飞机工厂装配工作的最后阶段。它的任务是：将装配好的各个部件对接成整架飞机；作最后的安装工作(参看插页“飞机装配顺序”图)。

在成批生产中，为了保证每架飞机的飞行性能都达到一定的标准，那么，在对接成整架飞机以后，每

架飞机部件外形的几何参数，也必须达到一定的标准。这些参数包括：机身各段的同轴性；机翼、尾翼的上反角、安装角、后掠角以及它们的对称性；发动机轴线与飞机轴线的相互位置等。通过检查这些参数来检查飞机的对接质量。

所谓对接，就是将飞机壳体各个部件，按照技术要求，用螺栓连接起来。对接的内容有：机身各段对接；机翼机身的对接；尾翼机身的对接等。对于大型飞机还有中外翼的对接。

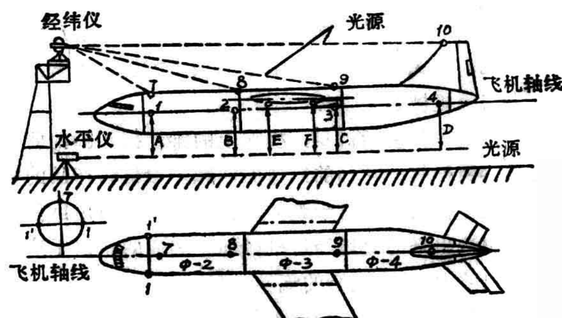
对接成整架飞机以后，还必须对装配、对接质量进行检验。由于飞机各部件相互位置呈空间立体状态，尺寸大、形状复杂，用一般机器产品的检测工具就不行了，所以采用一种特殊的检测方法，即水平测量（见图三）。测量的基本工具是水平仪、经纬仪、挂尺、铅垂等。水平测量的过程是：在部件装配阶段，就要根据水平测量图，在机翼、机身、尾翼表面规定的位置上做出记号（在蒙皮表面冲坑），这个记号就叫做水平测量点。在水平测量时，只要测量这些点的相互位置，就可以检查飞机的各个几何参数是否符合技术要求。

飞机交付使用单位，飞行到一定的时间，要进行检修，在中修或大修后，也需要进行水平测量。如果所测几何参数超出规定的技术要求，就要进行调整，甚至更换某些部件。

飞机经过水平测量检查合格之后，飞机壳体就算制造出来了。然后便可进行发动机、各系统、电器设备、高空设备、武器系统、起落架系统等的安装、调整、与试验。这些工作结束以后，飞机经地面试车、空中试飞，即可移交使用单位。

一架飞机壳体有成千上万个零件，它们的形状、大小以及制造方法都不相同，为什么不经过修配或稍加修配，就能顺利地把它们装配在一起，符合技术要求呢？这是因为这些零件都具有互换性和协调性。在一般机器制造中，零件是根据图纸来保证互换的，零件只要符合图纸提出的技术要求，就可顺利进行装配。在飞机壳体制造中，互换性和协调性是靠"模线样板工作法"来保证的。模线，就是将飞机各部分外形和结构轴线，按一比一的实际尺寸准确地画在大张铝板或明胶板上的图线。在制造飞机壳体时，根据模线来制造样板，按样板制造模具和装配夹具，用模具制造钣金零件，用夹具装配产品。飞机壳体的绝大部分零件和全部的装配工作，都是用这种方法来保证互换协调的。这是飞机壳体制造中最突出的特点。

从出现飞机到今天，只有七十余年的历史，但它的飞行速度、高度、航程、载重等性能迅速提高，飞机结构不断改进，因而飞机定型后的生产寿命相当短。



图三　水平测量方法示意图

据统计，轻型飞机生产两、三年，重型飞机生产四、五年就被性能更好、型式更新的飞机所代替。而一般的机器制造就不是这样，如火车机车的一种型号，至少生产十至十五年。

此外，劳动量大，机械化程度低，生产周期长，是当前飞机壳体制造中的主要问题。例如总装配工作，手工劳动量一般都占百分之八十左右。解决的途径是：一方面在设计飞机时，尽量采用新结构、新工艺，如有一飞机的机翼板件，用整体结构代替铆接结构，使零件数量由五千八百件减少至八百三十二件，重量轻了四百五十公斤，生产效率提高了四倍。另一方面，要不断提高机械化和自动化的水平。如用自动铆、自动焊等。

目前正在研究飞机设计制造一体化，这是什么意思呢？就是把整个飞机的外形用数学模型给定，数据存放在中心计算机内，可以随时取用从飞机设计、生产准备、零件制造、各部件装配到总装配各个过程所要求的任何数据。飞机外形、尺寸的保存和传递，是靠计算机进行的，完全可以摆脱模线、样板的一套转换方式。这样，不但显著地提高了产品的质量，而且缩短了生产周期，提高了劳动生产率。同时也能够适应飞机结构变化快、生产寿命短的特点。

解放以后，我国的飞机壳体制造业和整个航空工业战线一样，在毛主席革命路线指引下，在与帝、修、反的斗争中，获得了飞跃的发展。帝国主义的封锁禁运，苏修社会帝国主义的破坏捣乱，刘少奇、林彪一类骗子推行的反革命修正主义路线的干扰，都不能阻止我国航空工业胜利前进的雄伟步伐。航空工业战线上的广大工人和技术人员，坚持独立自主、自力更生的方针，努力研究和采用新技术、新工艺，使我国航空工业走上了自行设计、自行制造的康庄大道，为加强社会主义祖国的国防，作出了应有的贡献。

插图设计：王国伦



空中交通管制



孙　　达

随着现代航空的发展，天上的飞机愈来愈多，机场空域也相当拥挤。为了防止飞机在空中碰撞，保证飞行安全，需要同地面交通管制一样，对空中交通实行精确的管制。雷达是实现空中交通管制的重要设备，而电子计算机又是实现空中交通管制自动化不可缺少的工具。

天空茫茫无际。或许有人会说："飞机在空中可以自由飞翔。"其实不然，飞机必须沿着一条无形的固定航路飞行。目前，民用航空日益发展，各大城市之间有许多飞机来来往往，有的相对飞行，有的交叉飞行，还有的超越飞行。各条航路，东西南北，纵横交叉。在联系大城市之间狭长的航路上还可能有执行战斗训练，喷药施肥，护林防火，物理探测，航空摄影等特殊任务的飞机飞行。因此，必须划定航路，规定飞行高度层，制定飞行规则，在机场和航路上分别设置空中交通管制中心，以便统一指挥飞机安全飞行。

根据我国的规定，国内的航路宽度最宽为二十公里，最窄为八公里。为了避免飞机交叉飞行时相撞，还规定真航线角在零度至一百七十九度范围内时的飞行高度由六百米至六千米，每隔六百米为一个高度层，六千米以上每隔二千米为一个高度层。真航线角在一百八十度至三百五十九度范围内的飞行高度由九百米至五千七百米，每隔六百米为一个高度层，七千米以上每隔二千米为一个高度层。在航路上飞行的飞机必须按此规定的范围，选用一个高度层飞行。在航路通过的地面上，每隔一定距离和航路转弯处，都设有无线电助航设备，引导飞机保持正确的航向飞行。

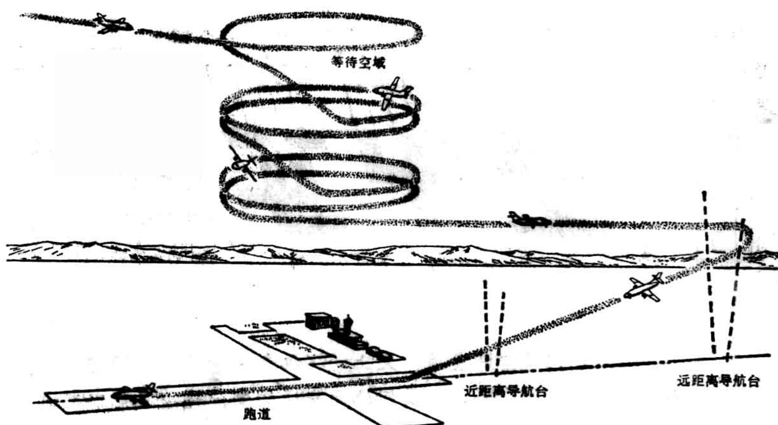
飞机从起飞到着陆，各个飞行阶段都必须接受空中交通管制中心的指挥调度。在起飞前，飞行员根据飞行沿途气象预报，终点机场跑道长度，导航设施等情况编写飞行计划，写明飞机的识别、类型和速度、计划飞行的高度、选择的航线、预计飞行时间和起飞时间等，送交航路管制中心审批。航路管制中心借助电子计算机汇集所有准备起飞飞机的飞行计划，进行处理，安排飞机起飞的先后顺序，通知机场空域管制中心进行指挥调度。

机场空域管制中心的工作主要有两部分组成。一是塔台，它一般设置在机场建筑物的最高层，四周全是玻璃窗，指挥调度员可以从这里环视机场的一切，通过无线电通讯设备指挥飞机在跑道上起飞和着陆。另一是监视机场空域的雷达，它引导飞机进场着陆。机场空域管制中心的管辖范围，其半径一般为五十公里左右，高二千一百米左右（图一）；在此管辖范围外，属于航路管制中心管辖。

在起飞前准备工作做完以后，飞行员就用无线电话与塔台指挥调度员取得联系，在他的指挥下，把飞机从停机坪滑行到跑道上起飞，并按规定的爬升高度和程序进入航路。一飞出机场空域，飞机就由航路管制中心来指挥飞行了。飞行员必须按规定飞越地点随时向航路管制中心报告自己的位置和飞行情况。现代运输机一般都装有雷达应答器，能够自动地应答空中交通管制雷达的询问脉冲，回答飞机的识别和飞行的高度。这样，飞行员就不用随时报告自己的位置和飞行情况了。此刻航路管制中心的指挥调度员就可以从雷达的显示屏幕上清清楚楚地观察到所管辖区域内飞行的飞机的识别、高度、速度、位置和航向等，因而就能随时用无线电话下达指挥飞机飞行的指令，比如改变飞机的飞行高度，调整各飞机间间隔距离，以保证飞行安全。如遇有危险天气威胁飞机安全时，指挥调度员则及时指挥飞机绕越危险区域飞行，或到备降机场着陆，以等候天气转好。飞机在整个飞行过程中可能要经过几个航路管制中心管辖的空域，在此情况下，一个航路管制中心的指挥调度员负责把飞越的飞机移交给另一个航路管制中心指挥调度，这样，一个移交给另一个，一直把飞机移交给终点机场空域管制中心。可见，飞机在航路上飞行，始终受到航路管制中心的雷达严密监视，因而大大提高了飞行的安全性。

当飞机由航路进入终点机场空域时，就由机场空域管制中心负责引导飞机进场着陆。通常，一条跑道只能有一架飞机起降。因此，如

果有飞机在跑道起降时，其他飞机就只能按塔台指挥调度员的口令在机场邻近的空域盘旋等待，一个高度层只允许一架飞机盘旋飞行，按先后抵达的时间，一层一层从高往下降，两层之间相差约三百米，最后由仪表着陆系统引导着陆（图二）。



图二　飞机按先后抵达的时间，在等待空域一层一层从高往下降，最后由仪表着陆系统引导着陆。

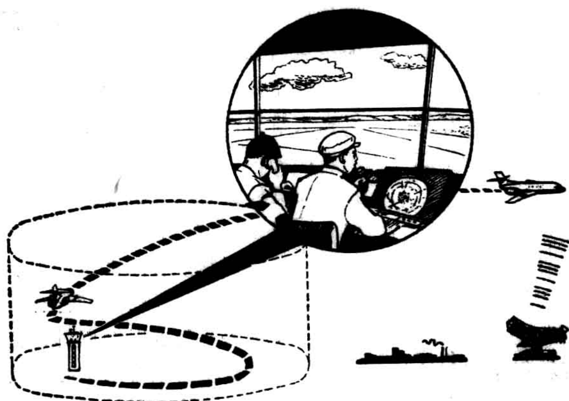
空中交通管制雷达

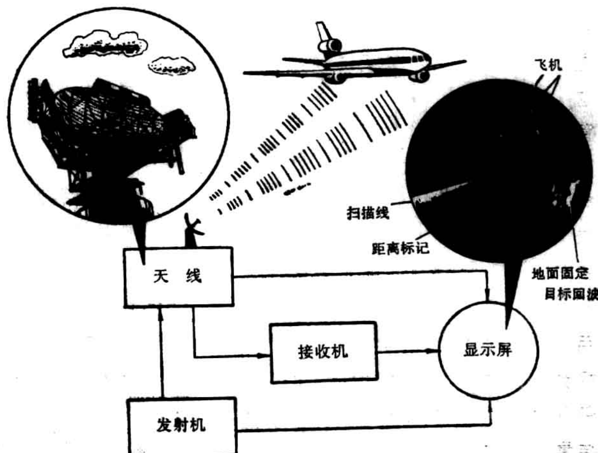
空中交通管制雷达由若干一次和二次雷达组成。

一次雷达主要由大功率发射机，具有方向性的天线，接收机和平面位置显示器等组成（图三）。发射机通过天线向天空扫射狭窄波束的无线电波，当无线电波遇到飞机时就有回波反射回来，通过天线，为灵敏度很高的接收机所接收。只要记下发射无线电波和收到回波之间的时间间隔，就能确定飞机的距离。因为无线电波的传播速度等于光速，即每秒三十万公里，所以，知道无线电波来回的时间，根据距离等于速度与时间的乘积，就很容易算出距离。而目标的方向，则可以由天线波束所指的方向来确定（参看第二期第十页）。飞机的方位和距离都显示在平面位置显示器的屏幕上。平面位置显示器是一圆形的显示屏，中心是雷达天线的位置。天线不断地转动，发射无线电的波束搜索天空，在显示屏上就相应地指示绕中心转动的扫描线。当遇到目标时，就有回波反射回来，在显示屏上相应的位置就出现亮点，距离雷达天线位置多远，在什么方位上，一清二楚。这种雷达接收的是本身发射出去的无线电波的回波，所以称为一次雷达。航路交通管制用的一次雷达，一般的作用距离达三百公里以上，高度达二万米以上。机场空域管制用的一次雷达，一般作用半径为八、九十公里，高度达几千米。

二次雷达与一次雷达不同，它必须与目标上的雷达应答器配合使用。二次雷达向飞机发射询问脉冲码，飞机上的雷达应答器就发回应答脉冲码。这种雷达早在第二次世界大战期间就开始使用，用来识别敌我飞机，故称为敌我识别器。现在，在军用飞机上都装有敌我识别器。在现代民航运输机上也装置这种应答器，用来随时自动地应答空中交通管制中心二次雷达发来的询问脉冲码，回答飞机的识别和高度。这样，利用二次雷达就能弥补一次雷达的不足，因为一次雷达不能识别飞机，确定飞机的绝对高度也较困难。与一次雷达相比，二次雷达的发射功率要小得多，因为飞机上装了应答器，它收到雷达的电波后，可以将信号进行放大，故作用距离也可扩大。此外，询问和应答的脉冲频率不同，有利于消除干扰。

一次和二次雷达通常是互相配


图一　机场空域管制中心的管辖范围



图三　雷达的主要组成部分

合使用。一次和二次雷达，可以设置在同一地点，此时二次雷达天线寄生在一次雷达天线上，也可以将一次、二次雷达分开设置，进行同步工作。

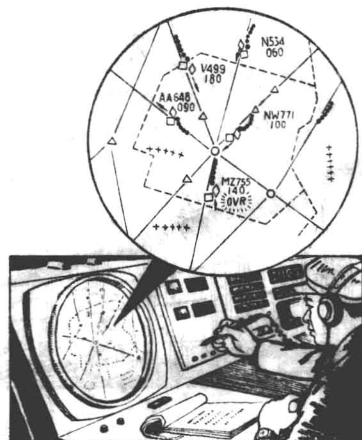
一次雷达按照交通管制需要，除一般类型的雷达外，常常还包括不同用途的专门雷达，例如气象雷达，精密引导雷达等。用于交通管制的一次雷达一般要求具有同时能够测量目标三个座标的能力。在交通管制雷达体系中，为了随时准确判别发现目标，还配有无线电定向装置，用来快速寻找目标。如果这些装置在显示中心经过计算机交联，就可以实现空中交通管制自动化，以适应繁忙的现代航空的需要。

大屏幕数字式动目标显示画面

在交通管制雷达一节中所讲的显示器是一般雷达平面位置显示器，它的屏幕上所显示图象为原始视频图象。这种视频图象既有雷达站周围的固定目标（如山脉、建筑、森林等地物干扰）的回波，也有活动目标（即飞机）的回波。在原始视频图象中，固定目标回波对所需要观察的回波来讲，是一种有害的干扰，特别是在近距离范围内，这种干扰常常使有用回波被淹没，使观察工作不能正常进行，而且信号显示容量和信号传输率很低。显然，这种显示器不能满足现代空中交通管制的需要。

大家知道，普通物理中讲过，声音在空气中传播时，若遇到相对运动的物体，将产生多普勒效应。同理，飞机和雷达间存在相对运动，所以存在多普勒效应。因此可以运用“延时对消”装置，从回波的原始视频信号中消除固定目标信号，只保留动目标的清晰图象。延时对消装置有几种构造，近年来国外多采用数字式的对消系统，它的特点是简单，易造，精度高，稳定可靠。

空中交通管制雷达的显示屏幕，大的达二十二吋，这不仅比一般雷达的显示屏幕大，而且亮度高，即使在白天明亮的房间里，也能清楚地看清显示的图象(图四)。空中交通管制雷达对所辖空域内飞行的飞机进行跟踪，不断地发出询问脉冲码，雷达接收机通过天线接收回波和应答码后，就输给电子计算机处理。除了雷达数据外，其他如飞行计划、气象预报、地图、地面导航台、机场跑道数据等信息，也送入显示中心的电子计算机储存和处理。因此，经过电子计算机综合处理后，在屏幕上显示的不再是目标回波的亮点，而是用方形、菱形等符号表示运动的飞机，在符号旁边用文字和数字表示飞机的识别和高度，用箭头表示航向，用几个连续的黑点表示航迹，背景衬以所辖空域的航路图。因此，看了这幅交通图，对所辖空域内的每架飞机的位置和飞行情况，清清楚楚。每架飞机的实际飞行情况与飞行计划是否相符合，也在屏幕上显示出来，可供指挥调度员进行比较。如果向同一方向飞行的飞机之间间隔超过安全界限（一般规定不得近于十分钟飞行距离），或者在同一高度层交叉飞行的飞机有相碰撞的危险，电子计算机能够根据随时输入的数据及时预测出来，并在显示屏上显示警告信号，警告指挥调度员采取应急措施。指挥调度员如果对某架飞机发生疑问，要进一步了解，那末他可以用光笔指点他要了解的那架飞机，并用电子计算机控制键盘向电子计算机发出指令，命令它的输出打印机在纸带上打印出那架飞机的详细飞行数据。如前所述，经过航路飞行的飞机都在事前把飞机计划送入电子计算机存储，有关飞机实际飞行的情况，也由雷达随时输入信息。因此，电子计算机能实时回答指挥调度员询问的问题。很明显，如果事先未提供飞行计算的飞机飞入所辖空域，电子计算机分析雷达信息，马上就能做出判断，告知指挥调度员。所以一有敌机侵入，就能及时发现。



图四　空中交通管制雷达的显示屏幕

综上所述，采用数字显示后的雷达显示画面是目标、交通管理图、气象图、地形图、导航台等的综合体，与一般雷达显示的图象相比，不仅分辨率高、精度高，而且可用来对在空中飞行的多批、多架飞机同时进行控制，所以给空中交通管制自动化提供了必要条件。

目前已开始用彩色显示，用不同的颜色表示哪些飞机是飞离的，哪些是飞来的。也可用不同的颜色来表示我方飞机和敌人飞机。飞机的高度不同，颜色不同，文字、地图、航线、气象情况也可以分别用不同的颜色显示出来。这对作战指挥是很有用的。

可见，空中交通管制雷达不仅用来指挥飞机安全飞行，而且还能作为警戒雷达，对空中的目标进行搜索和跟踪。为了满足现代战争的需要，还必须对雷达增设抗干扰装置，例如，采取不断快速变频的措施，使敌人难以施加干扰，同时大搞全国雷达协同工作，自动传输信息，使入侵之敌难于漏网逃逸。

·章振业插图·

虹桥友谊迎四海



民航上海管理局宣传处

上海的虹桥机场，是我国重要的航空港之一。在机场服务的广大职工，全心全意为全中国人民和全世界人民服务，为增进中国人民和世界各国人民之间的友谊，努力作出贡献。

我国重要的国际航空港之一——上海虹桥机场，在初春朝阳的照跃下，显得格外雄伟壮丽。这里，有一条宽阔的钢筋混凝土跑道，可供各种类型的飞机起降。宽阔、平坦的停机坪上，能停放二十架左右的大型客机。米黄色的指挥调度大楼内，有一套完善的通讯导航设备和指挥系统，敞亮整洁的候机大楼，分国际厅和国内厅，有暖气和冷气设备。还设有为旅客服务的小卖部、餐厅、汇兑银行和邮电处。在候机室附近有一个宾馆。

虹桥机场所在的地点，原来是一个小型机场，为了适应日益发展的民航交通的需要，在这个旧址上进行了大规模的改建和扩建工程。工程在一九六三年十二月初动工，一九六四年四月二十九日正式通航。在国内，它有通往北京、沈阳、兰州、成都、昆明、广州等六条航线，可以到达全国各大城市。从一九六四年起，我国先后同巴基斯坦、法国和埃塞俄比亚通航。九年来，这个机场迎送了一百二十多个国家和地区的国际友人，其中包括来自五大洲许多国家元首和政府首脑。它凝结着中国人民和世界各国人民之间的深厚情谊，下面是发生在机场上的几个小故事。

“多亏毛主席的好医生”

去年五月的一个深夜，机场卫生所值班女医生赵立华接到了一个紧急电话：“宾馆有位外宾得了急病，已经昏迷，请快来抢救!”赵医生放下电话，立即背起药箱，拿着医疗器械，飞一般地朝宾馆奔去。

这位病人，是一位外国驻中国大使馆的商务参赞。白天，他还和他的妻子在广州愉快地参观“广交会”。现在，他却躺在床上，满头冷汗，两眼紧闭，血压逐渐下降。赵医生仔细地诊听他的心脏，虽然心音很弱，但心率齐，无杂音，心脏不象有毛病。究竟是什么病呢？赵医生通过翻译人员向他的夫人了解到：病人昏迷前有过胃病、腹泻。于是，她立即去检查用过的大便纸和睡过的床单，发现都有咖啡色的便迹。赵医生根据丰富的经验判断，病人很可能是胃出血，如不及时输血抢救，会有生命危险。她想，这位外国朋友越过千山万水来到中国，加强两国人民的友谊和合作关系。我们一定要想尽一切办法抢救。她一面采取应急措施，一面与市立医院联系抢救。

一辆标有红“十”字的白色救护车，风驰电掣般地向上海著名的外科医院——中山医院驶去。贫农出身的司机黄玉金想：赢得时间，就是生命。能早一分钟到达医院，外宾的生命就少一分钟危险。他稳握方向盘，加大油门，只用了十二分钟，就跑完了平时要二十分钟才能跑完的路程。

中山医院的医务人员已经作好了一切抢救的准备。病人一到医院，他们就立即给他输了一千多CC的血。病人苍白的脸上渐渐泛出了红润，苏醒过来了。他夫人转忧为喜，激动地说：“多亏了毛主席的好医生!”

这位外国朋友在住院期间，赵医生又和机场其他医务人员多次去看望他。经过中山医院医务人员十多天的精心治疗，他終于完全恢复了健康。

五月的早晨，春风和熙。中山医院的医务人员出来热烈欢送外国朋友病愈出院。这位外宾和他的夫人激情满怀地和他们告别。

当这位外宾和他的夫人乘飞机离开上海时，在机场见到为他们送行的赵医生。他紧紧握住赵医生的手，感激地说：“谢谢中国医生给了我第二次生命，我要把你们抢救我脱险的这一天，当做我的生日。”

“天下工人是一家”

虹桥机场，是友谊的桥梁。每天从这里来来往往的许多国际友人，尽管停留的时间比较短暂，但是他们在这里和中国人民结下了深厚的友谊。

去年十二月三十一日晚上，英国“环球货运航空公司”一架满载的运输机降落在虹桥机场。中国搬运

工人冒着凛冽的北风，投入了紧张的卸货战斗。这时候，随机来的一位英国机械员不声不响地走到中国工人中间，帮助中国工人一起卸货。机场搬运队长翟筱曼拍拍他的肩膀，作手势劝他休息。他摇摇头表示拒绝。这时，会讲英语的青年工人刘金福又走到他面前，再一次劝他休息。他说："卸完了货，大家一起休息。"中国工人考虑他明天还有飞行任务，坚持不让他干。他说："今天我和你们一起卸货，不仅是我个人的心意，也是广大英国工人的心愿。"他执意不肯休息。

夜深了，气温已下降到零下四度。翟筱曼发现这个机械员的身上只穿着一件衬衫和一件单工作服。于是立即脱下自己身上的棉袄，披在他的身上。英国机械员笑着说："我不冷，你搬货出了汗，脱掉要感冒的。"又把这件棉袄从自己身上取下来，披到翟筱曼身上。两人互相推让的情景，使在场的中国工人非常感动。他们异口同声对这位英国朋友说："你同我们一起干，我们答应了，你不穿上这件棉袄，我们可不答应。"大家再次把棉袄披到了他身上。

机场上，起重车的马达声，拉货车的喇叭声和工人们的劳动号子声交织在一起，组成了一支劳动的乐曲，响彻了寂静的夜空。英国机械员和中国工人站在高高的作业梯上，把一箱箱大件小件的东西卸下来，从晚上十点半一直干到凌晨四点多钟。卸完货后，中国工人一个个和这位英国机械员热烈握手，向他表示感谢。英国朋友说："天下工人是一家，我们应该互相支持，互相帮助。"

寻找钱包的主人

不久前的一天下午，一批国际友人乘法航班机来到虹桥机场。他们在候机楼大厅里休息，有的在和中国朋友亲切交谈，有的阅读书报。这时，在法航班机上负责清洁卫生工作的魏宝良，急急忙忙地来到国际大厅，逢人便问："先生，你丢了钱包没有？"

这是怎么一回事呢？

原来服务员徐小平在飞机客舱里搞清洁卫生时，发现座椅下有一个黑色牛皮钱包。她把钱包交给了魏宝良，说："你快去寻找失主，这里的清洁工作我来完成。"魏宝良接过钱包打开一看，里面有四百一十英磅和两张单人的照片。他想，外宾都在国际厅里休息，马上去找，还有可能找到失主。于是，他带着钱包迅速来到了候机室。

为了寻找钱包的失主，魏宝良跑遍了国际厅的每个角落。他从楼下到楼上，从餐厅到小卖部，邮电处、银行，几乎问了所有乘这次班机来上海的外宾，但还是找不到钱包的失主。他想，如果钱包的主人是在上海下站的，而我没有找到他，这就是我没有尽到为人民服务的责任。法航班机马上要起飞回去了，他站在外宾进出的必由之路——四号门的平台上，细心地观察着每一个外宾的神情，继续从人群中寻找失主的线索。突然，魏宝良发现从候机楼国内厅跑出一位美国朋友，越过铁栅栏，向着正在发动的飞机奔去。

这个向飞机猛跑的外宾，就是钱包的主人。他发现自己的钱包不见了以后，独自走到国内厅，在一块空地打开行李包寻找。他翻遍了自己身上的所有衣袋，检查了箱子里的全部衣物，都没有找到钱包。正在焦急时，飞机发动机的轰鸣声，使他想到钱包可能丢在飞机上。于是，他丢下摊在地板上的行李，拔腿就向停机坪奔去。

魏宝良估计这位向正在发动的飞机猛跑的外宾，可能就是丢失钱包的主人。他一面追赶上去，一面向他招手呼喊。终于在离飞机不远的地方，追上了这位外宾。他问明了情况以后，立即从口袋里掏出钱包还给失主。这位美国朋友看到中国工人这样认真负责的精神，激动地流出了热泪，他紧紧地握住魏宝良的手说："谢谢中国朋友！"

题图设计：王国伦



上海虹桥机场

九年前，上海工人和解放军战士一起，**独立自主，自力更生**，在短短几个月时间内，把虹桥机场扩建成为一个现代化的大型国际机场。全部设计与施工，都是以我国自己的力量进行的。使用的实践证明，工程质量是好的。

虹桥机场位于上海近郊区。机场内的主要建筑群包括一座长方形的候机楼，一座指挥调度大楼和一座宾馆。候机楼造型大方，装饰美观，全部面积九千五百平方米，是机场内最大的建筑物。指挥调度大楼座落在候机楼的一侧，有七层楼高，它是机场的神经中枢，是保证飞机安全起落最主要的部门。楼内设置有飞行调度、领航、通信、气象等业务。楼的顶部是飞行指挥塔台，四周全是玻璃窗。指挥调度人员从这里望出去，整个机场一览无遗，视野极为开阔。虹桥机场的跑道长三千二百米，差不多等于北京东单到西单的长安街那样长和宽，跑道厚度也相当厚，能够承受目前国际上最大的民航喷气客机起落。机场上还装置了良好的导航降落设备，用来保证飞机日夜安全起降。这些设备包括引导飞机飞向机场的归航台，包括供飞机利用仪表着陆的盲降设备，还包括机场上各种灯光设备，供飞机夜间降落使用。



反坦克导弹

常　兵

反坦克导弹是从地面或空中发射、对坦克实施攻击的一种武器。它于第二次世界大战末出现，以后各国竞相研制，供部队使用。随着坦克火力的不断加强，机动性、防护性的不断提高，反坦克导弹也获得了进一步的发展。

反坦克导弹主要是用于攻击坦克，将坦克摧毁或使之丧失战斗能力。它的优点是射程远，威力大，命中率高。当然，同反坦克火箭筒、反坦克手雷等反坦克武器相比，它的构造要复杂得多，价格也比较贵。下面对反坦克导弹的种类和结构，作一个大略的介绍。

反坦克导弹的种类

目前，世界上已经装备和将要装备部队的反坦克导弹有二十多种，在这二十多种反坦克导弹中，根据其制导系统可以分为三大类。图一为几种反坦克导弹外形图

一、目视跟踪有线制导反坦克导弹，这种导弹是在五十年代研制成功的，通常将其称做第一代反坦克导弹。它的结构简单，重量较轻，可在地面发射，供步兵使用，有些可从车上和飞机上发射，目的是提高反坦克火力的机动性。

二、光学跟踪有线制导反坦克导弹，这种导弹是在上述反坦克导弹的基础上发展而成的，所以人们通常称做第二代反坦克导弹。在导弹的结构上它比第一代有所改进，大多从车上发射，也有的从地面由步兵发射。如“米兰”、“龙”式两种型号导弹。近年来，这类导弹中有多种型号逐渐发展成为以直升飞机装载为主的反坦克武器。

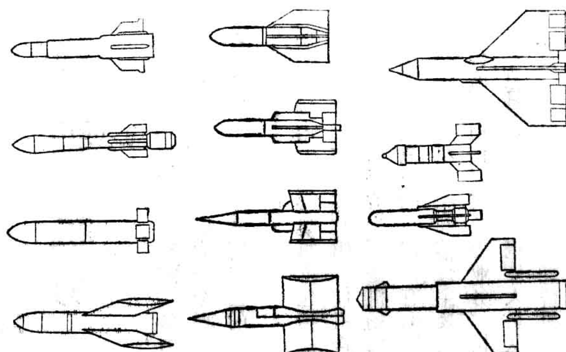
三、激光制导反坦克导弹。由于激光技术的发展，把激光技术应用于反坦克导弹的制导上，因此，人们将它称做激光制导反坦克导弹，或称为第三代反坦克导弹。这种反坦克导弹制导系统较复杂，而且在弹上也安装了部分制导设备，如电子计算装置，光学接收系统。

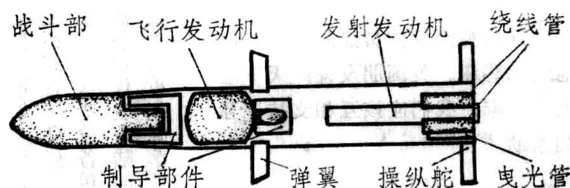
反坦克导弹的一般结构

反坦克导弹的直径多在一百至二百毫米之间，长度一米左右，一般由下面几部分组成：战斗部、弹体、动力装置、制导部件(参看图二)。

一、战斗部：所谓战斗部就是装有炸药直接用于击毁目标的机构的总称，也叫有效载荷。主要由引信和空心装药组成。

引信包括起爆装置和保险装置。起爆装置控制炸药在击中坦克时立刻爆炸。保险装置防止炸药在储





图二　反坦克导弹结构简图

⬅图一　左起第一列由上至下：斯维费厄、霍特、橡树棍、SS—11 昂塔克、班塔姆、科布拉、蚊式、斯拿波、赛格、米兰、斯瓦特

藏，运输和发射后一小段时间内爆炸，以保证勤务处理和发射时的安全。

战斗部装药前方是空心的，在空心处炸药的壁上衬着一个与空心形状相应的锥形铜质药型罩（参看图三）。装药做成这种形状是为了在起爆时产生聚能效应，使铜质药型罩形成高温高压的金属流，借以穿透装甲。这种装药形式的战斗部就叫聚能装药战斗部，亦称空心装药战斗部。它是专门对付装甲一类硬目标，穿透力很强。

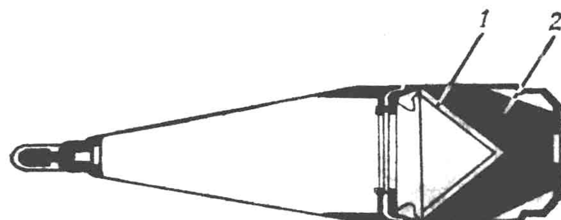
二、弹体：由弹身、弹翼、操纵舵所组成。它用螺纹与战斗部壳体相连接，这就构成了导弹的外形。弹身用来连接战斗部，按装动力装置、制导部件；连接弹翼和操纵舵，把它们连成一个整体。弹翼为导弹提供升力，并保证导弹在飞行中稳定。操纵舵根据指令产生操纵力，使导弹保持在瞄准线上飞行。

三、动力装置：它为导弹飞行提供动力。反坦克导弹一般装有两个固体火箭发动机（有的装一个），一个是起飞发动机，另一个是续航发动机。

当导弹发射时，起飞发动机首先工作，把导弹从发射器中推出，不断加速导弹到一定的速度。它的工作时间极短，一般不超过一秒钟。起飞发动机工作一停止或经一段时间延迟，续航发动机的点火系统将续航发动机的固体推进剂点燃，产生高温高压气体，通过发动机喷管产生推力，使导弹以一定速度继续向前飞行。

四、制导部件：目前已有的第一代和第二代反坦克导弹弹内制导部件有绕线管、译码器、陀螺仪、曳光管、电源。这些制导部件在弹内的配置位置虽不完全相同，但主要部件都安装在弹尾喷管周围。

绕线管位于导弹的尾部，其上缠绕数千米导线。在导弹飞行过程中，此导线不断从绕线管上放出，供传递指令之用。当导弹偏航后，指令信号通过导线首先传到译码器，译码器再将指令信号转换成调节信号，最后通过伺服机构传给舵。舵根据调节信号的大小和方向，使导弹回到它的航线上。



图三　1.药型罩　2.空心装药

对于反坦克导弹来说，经常使用的操纵舵是扰流器和燃气舵。有的也采用后缘舵片和航向发动机。

陀螺仪是一个重要的部件，它为导弹的姿态提供参考座标，使指令信号按照一定的规律传给垂直舵或水平舵。

曳光管是一种发光的部件，不论在白天还是在夜间，均能发出强烈的曳光。目的是便于射手或红外跟踪器观察跟踪它，再通过弹上计算装置产生指令信号。因此，曳光管一般是装在最末端。

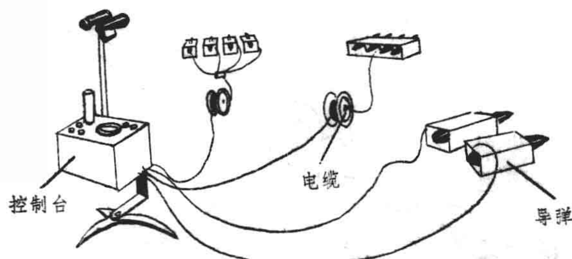
地面控制系统

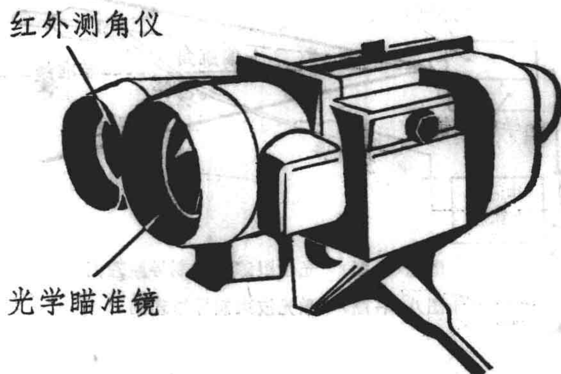
导弹发射后，地面上有一套专门设备，不断向导弹发出信号，操纵导弹在瞄准线上飞行。这套设备就叫做地面控制系统。由于前述三种反坦克导弹的地面控制系统各不相同。因此分别简述如下：

1.目视跟踪有线制导反坦克导弹的地面控制系统较简单，它主要包括电缆车和带望远镜的控制台（如图四所示）。电缆车缠有发射电缆，它将待发射的导弹连起来，接到控制台上。控制台装有发射按钮、操纵杆、检验装置、保险装置、导弹选择器、曳光选择器及电源。它是发射和操纵导弹飞行的设备，重量很轻，便于携带。

2.光学跟踪有线制导反坦克导弹的地面控制系统的操纵是自动进行的。这种系统的主要部件有红外跟踪器和电子计算装置。

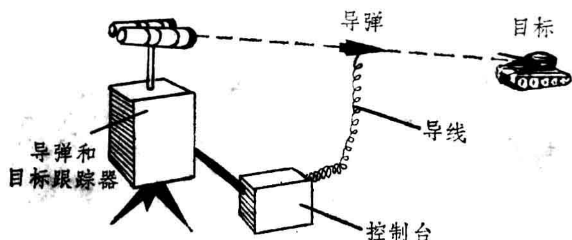
红外跟踪器是由红外测角仪和光学瞄准镜组成的





图四（上图）　目视跟踪有线制导反坦克导弹地面控制系统图

图五（右图）　红外跟踪器简图



图六 目视跟踪有线制导原理图

(如图五所示)。它由射手转动，利用光学瞄准镜对准目标，而红外测角仪测量偏差。电子计算装置是计算导弹位置偏差的，并将计算的偏差编成指令。

3.激光制导反坦克导弹的地面控制系统主要是激光指示器。指示器包括激光发射器、混频器、聚焦透镜、调制器和瞄准镜。

反坦克导弹的制导方式

前边讲到的三类反坦克导弹的制导方式，从根本上来说，属于两种不同的导引系统。前二类属于遥控系统；第三类属于遥远导引系统。

什么是遥控系统呢？遥控系统就是射手在较远的距离上，利用地面控制设备对导弹的运动过程和姿态进行控制的系统。其特点是指令信号由地面设备产生，导弹只接收该信号。遥控系统有两条导线，一条是指挥站观察目标的监视线，一条是控制导弹的导引线。

对于目视跟踪有线制导和光学跟踪有线制导两种制导方式来说，它们的区别只在于监视线。前者是眼睛观察目标，判断导弹偏航大小；后者是用光学仪器观察目标，并自动测出导弹的航向偏差。它们都是在导弹的尾部拖着导线，借以来传递指令。

从以上介绍不难看出，目视跟踪有线制导的基本原理是：射手利用望远镜观察目标，形成一条基准线，如果导弹离开这条基准线，射手就拨动控制台上的操纵杆，使导弹返回它的航线(参看图六)。这种制导方法的缺点是射手负担太重。导引准确度也不高。它不但限制了导弹的航速，而且死区很大。

为了克服上述缺点，第二代反坦克导弹采用了光学跟踪有线制导方式，其原理是：导弹发射后，射手转动光学瞄准镜，将上边的十字线对准目标。此时射手并不监视导弹，导弹的行动由红外测角仪来跟踪。当导弹偏航后，红外测角仪根据曳光的方向，自动测出偏航角，然后将偏航角输入计算装置，得到距离误差，再将此误差编制成指令，传到导弹上，操纵导弹返回瞄准线(参看图七)。这种制导方式虽然前进了一步，但由于尾部仍拖着导线，不能大大提高导弹的航速。因此，第三代反坦克导弹采用了激光制导。激光制导又包括激光波束制导和末端制导两种。

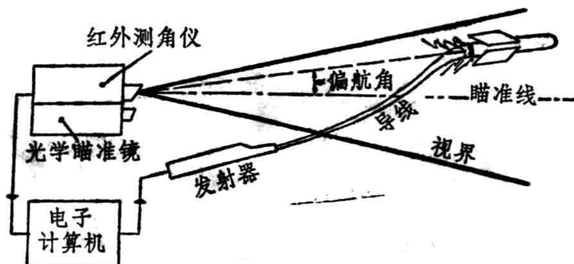
1.激光波束制导属于遥远导引系统，它要求地面设备在空间造成一条基准线，而弹内设备可根据该基准线独立的产生修正信号，控制导弹的航向。其制导原理（参看图八）是先将激光制导波束对准目标，在空间形成导弹航行的基准线，然后发射导弹，使其进入锥形波束，导弹沿中心线飞行。当导弹稍微偏离中心线时，弹内光敏元件和接收装置自动感知偏盖，形成信息，最后产生修正信号，传给舵机，操纵导弹返回波束中心线。

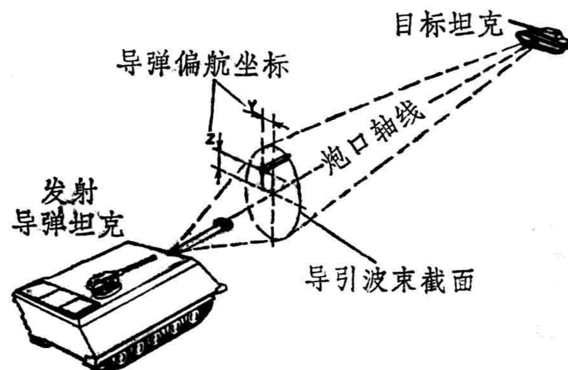
激光制导波束的形成，是先由激光发射器发射一条连续的红外波束(这种波束还不能用来制导)，中间经过调制，使它成为信号载波，然后加以聚焦，到达混频器，这样就形成了制导波束。

2.末端制导也称半主动式自动制导。激光器由地面士兵携带或由另一架飞机携带，导弹本身只装接收器或跟踪头。导弹发射后，离目标一定距离时，弹内接收器或跟踪头自动接收来自目标的激光反射能、借此跟踪目标，命中目标。

反坦克导弹的发展趋势

近年来，由于坦克的火力不断加强，机动性和防





图七(上图) 光学跟踪有线制导原理图

图八(右图) 激光波束制导原理图

护力也不断提高，所以对反坦克导弹提出了更高的要求，根据目前坦克发展的情况，国外反坦克导弹的发展趋势是增加航速、加大航程、提高精度，采用自导系统，以使用直升飞机作为"发射台"，对坦克进行突然袭击。实现的途径是：

一，改进发射系统：反坦克导弹的发射装置对于导弹的精度、航速和射程都有一定的影响，因此，最新研制的反坦克导弹均有定向发射器。有的采用纯管式发射器，如"陶"式"和霍特"反坦克导弹；有的采用无座力炮式发射器，如"米兰"、"龙"和"阿特拉斯"反坦克导弹；而"阿克拉"反坦克导弹则是用普通火炮作为发射器，发展成了炮弹—导弹联合发射装置。

二，改进制导系统：有线遥控系统由于导线的强度问题，从根本上限制了导弹的航速。确切地说，在目前技术水平上，突破音速是很困难的。因此，对于反坦克导弹来说，甩开导线，采用其他制导系统已是大势所趋。如，"阿克拉"采用了激光波束导引，"阿特拉斯"采用了半主动式激光自导系统。还有更进一步的设想，准备发展一种主动式激光自导系统。在理论上，这种主动式激光自导系统是可以实现的，但尚有重重困难。

*　　*　　*

天天喊裁军　天天在扩军

——苏修向太平洋水域试射的洲际弹道导弹

本栏解说：京　菁

据报道，从二月十九日至三月一日，苏修向太平洋水域发射运载火箭。这是今年以来苏修第二次向太平洋试射运载火箭。上一次试验是在一月下旬进行的。这两次试验的目的，都是进行新型的洲际弹道导弹试射。

二月十九日，苏修向太平洋水域发射了一枚洲际导弹，其后，又陆续发射了六枚。美国国防部马上就宣布，根据它的侦察，苏修所发射的导弹，前三枚都是SSX—18洲际弹道导弹，从苏联中部的丘拉坦导弹基地发射，在太平洋中途岛以北七百多公里的海面降落，运行距离为九千二百公里。它们都能运载分导式多弹头。其他四枚试射的洲际弹道导弹包括：一枚SSX—16，两枚SSX—17和一枚SSX—19。二月十九日这天，正是苏美两家的所谓"限制战略武器会议"第二阶段会议在日内瓦复会的日子，苏修的导弹试射，是对它自己吹嘘的所谓核裁军"诚意"的绝妙讽刺。这再一次暴露了它口头上天天喊裁军、实际上天天在扩军的真面目。

苏美两国为了争夺世界霸权，谁都想在核武器上压倒对方、取得优势。据外刊报道，苏修目前正在试制四种新型的洲际导弹，它们主要的技术特点，一是试验分导式多弹头；二是试验冷发射。这四种导弹是：

SS—18　有时按习惯对尚未正式使用的导弹加一个X字母，也可以称它为SSX—18。它是两级液体燃料火箭，苏修准备用它来代替现役的SS—9洲际弹道导弹。SS—9是目前苏修装备的最大的洲际弹道导弹，每枚导弹可以运载2,000～2,500万吨级的核弹头。也可以改装三颗五百万吨级的分导式弹头。SS—18则比它大，可以携带四到六颗分导式弹头。它将采用冷发射。

为了防备对方的袭击，现在陆地发射的洲际弹道导弹都是存放在地下发射井内。发射时，在井下使火箭发动机点火，推出井口射向天空。但是这种发射方式，由于在井内点火，井的结构就必须加固，以抵抗发动机点火后产生的高压和高温。目前发展的冷发射技术，是利用压缩空气或其他手段，把导弹推出井外，让它离开发射井以后再点火。这样就可以拆除发射井内很厚的防护层。尺寸较大的SS—18也可利用SS—9的发射井。同时冷发射的办法，还可能增加导弹的弹头重量和射程。二月十九日进行的试射，是第一次把SSX—18向太平洋进行全射程发射。

SS—19　也是两级的液体燃料洲际导弹，但不采用冷发射。苏修在今年一月下旬曾向太平洋试射了两枚这种导弹。

SS—17　两级的液体燃料洲际导弹，苏修打算用它来代替其现役的较小的洲际弹道导弹SS—11（目前大约有九百多枚，每枚导弹装有一百万吨级的核弹头）。SS—17将能携带四颗分导式弹头。虽然它的尺寸大，采用冷发射则可以利用SS—11的发射井。

SS—16　三级固体燃料洲际导弹，采用冷发射，可能用来代替苏修的另一种固体洲际导弹SS—13。

苏修的疯狂核扩军的劲头，引起了华盛顿的一片喧嚷，扬言美国"不能容忍"苏取得对美的战略优势。这两个超级大国正在展开一场核扩军竞赛。在事实面前，美国报纸承认，被大吹大擂的苏美"裁军"协议，"还不如记载它们的那张纸值钱"。





草原军民练神枪

孙士珠

内蒙草原，茵绒似毯；大青山脉，巍峨挺拔。内蒙古体委航模组在大青山脚下，配合军民联防对空射击，进行了无线电遥控航模靶机表演。

内蒙古自治区地处祖国北部边疆、反修前线。当年，在这块土地上，无数革命前辈和广大革命群众在党和毛主席领导下，拿起刀枪，与敌人展开英勇战斗，打得敌寇丢盔解甲，闻风丧胆。今天，内蒙古七百万各族军民响应伟大领袖毛主席"**提高警惕，保卫祖国**"的号召，紧握枪杆，随时准备歼灭一切敢于来犯的入侵之敌。内蒙体委航模组为了落实党的"十大"提出的各项战斗任务，努力使航模活动为国防建设服务，推动群众性航模活动的开展，最近在青山脚下，配合军民联防对空射击，进行了无线电遥控航模靶机表演。

表演的这一天，气候条件很好，晴朗的天空，没有一丝云彩，微风拂动着千里草原。从清晨起，通往青山的汽车格外忙碌，参观的人群络绎不绝；"阵地上"森严壁垒，红旗招展。时钟刚过九点，两颗绿色的信号弹腾空而起，表演开始了！瞬息间平静的"阵地"顿时杀声震天。全副武装的军民井然有序，快速进入阵地，"准备完毕"、"准备完毕"……。这时，指挥部命令："靶机起飞！"早已做好准备的航模运动员，随即起动了小发动机，调好油门，航模靶机即迎风飞上蔚蓝色的天空，在今天的表演中，它将扮演"敌机"的角色。航模靶机上升到规定高度后，指挥员命令："投放靶袋！"话音未落，航模靶机尾部放出一个红色的绸袋，拖在后面。这时观察哨报告"敌机"方位、高度，所有枪炮立即捕捉目标，紧紧地叮住"敌机"，当它进入射界，"打！"指挥员一声令下，几十门火炮轰鸣，曳光弹清晰地从"敌靶区"穿过，在远处高空爆炸，象一朵朵花絮般的白云，随风飘散。"打得好！"观众热烈鼓掌，只听"哒、哒、哒"，高射机枪射出的子弹，呼啸喷出，弹光似箭，直射"敌机"；再往前飞就是轻武器区阵地，这里的人们早就按奈不住满腔怒火，听得一声"打！""阵地"上顿时"嘟、嘟、嘟"，"哒、哒、哒"，响成一片。敌机胆敢侵犯我国神圣领空，定叫它有来无回，全部消灭干净。

航模靶机完成任务，飞离射界，扔掉靶袋，在阵地上空盘旋，突然，它以大角度向阵地俯冲下来，高度在迅速下降，忽见它在低空改为平飞，在阵地顶端拉起，紧接着翻了一个斤斗，又昂首翱翔。这是航模运动员操纵航模靶机做的"冲场"和"斤斗"特技动作，代表全体表演者，向观众致意呢！

表演结束了。人们纷纷议论："太好了，小小模型飞机为我们提供了空中活动目标，为我们练好杀敌本领创造了有利条件。"还有的问："哎，小飞机怎么那么听话，怎么还会作那么多动作呢？"

模型飞机和飞机的飞行原理是一样的，它装有小发动机转动螺旋桨，产生拉力，克服了各种阻力；它有主升力面积——机翼，产生升力，当升力大于重力就飞起来了。它为什么会作各种动作呢？因为它是由无线电遥控设备操纵的，运动员手里拿着一台小功率发射机，面板上有几个操纵杆和电钮，由蓄电池供电，按下各个操纵杆和电钮即能发出各种规定的讯号，同时，在模型飞机上装着一台与发射机频率相同的收讯机，当收讯机接收到发射机发出的各种规定讯号时，即能接通相应的随动机构，并使各个操纵面，如方向舵面，升降舵面等动作起来。运动员按照飞行动作要求拨动操纵杆，就使模型飞机在空中做出各种特技动作了。

* * *



湖北沙市举行小学航模表演赛

本刊讯 为了更好地贯彻党的教育方针，使学生在德、智、体诸方面得到全面发展，进一步搞好教育革命，湖北沙市革命委员会和市教育局党组织十分重视沙市中小学生航模活动的开展。为了进一步促进中小学生航模以及其他科技活动的开展，一九七三年十二月二十五日，沙市教育局在市体育场举办了全市小学生航模表演赛。进行比赛的有弹射滑翔、初级橡筋动力、初级牵引等项目，会后进行了模型火箭发射等表演。

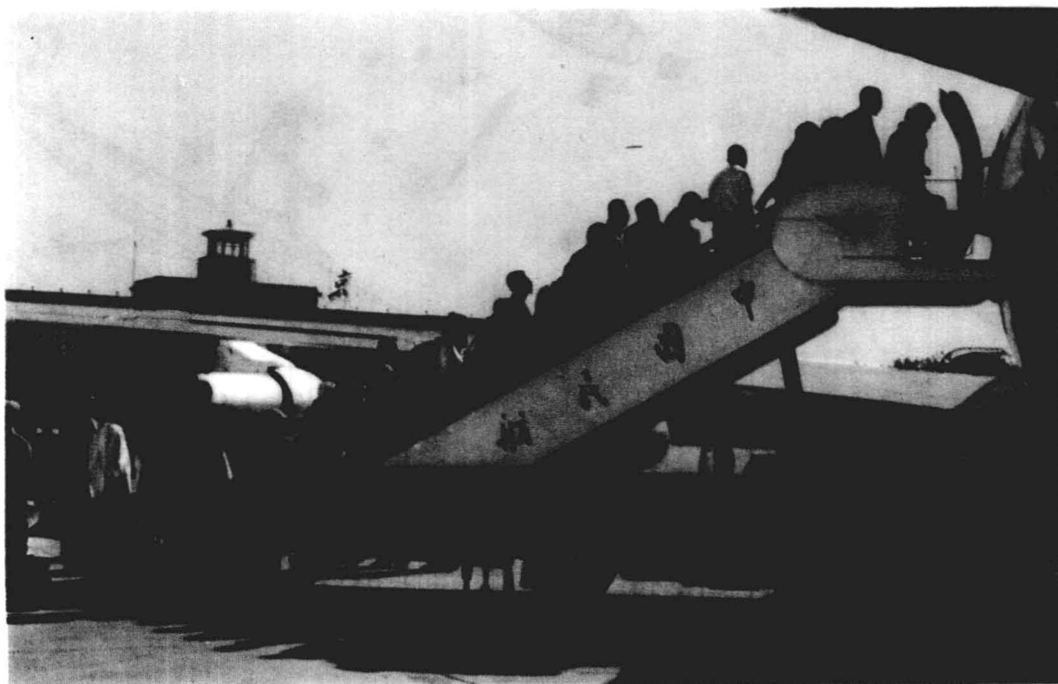
通过这次航模表演赛，对推动沙市中小学航模活动的进一步开展，丰富青少年课外生活，起了积极的作用。 （何承俊）



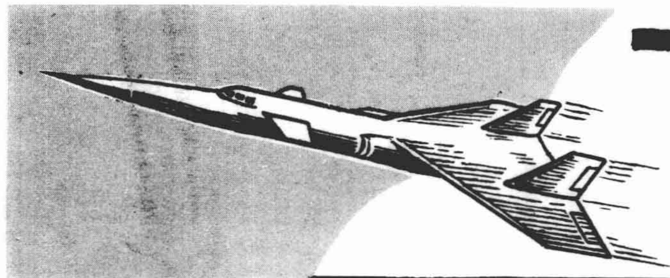
展翅万里为人民



上图：民航的女乘务员登机准备出发



本版照片均由陈长芬摄影



4. 机身尾段的装配

5. 机身中段与机身尾段对接

6. 尾翼与机身尾段对接

7. 机身前段的装配

9. 装配完毕的飞机

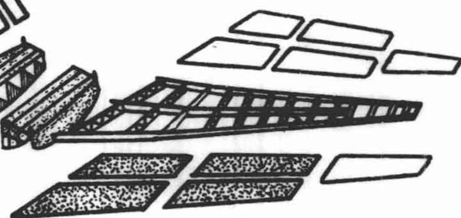
8. 机身前段与后段的对接

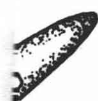
配顺序

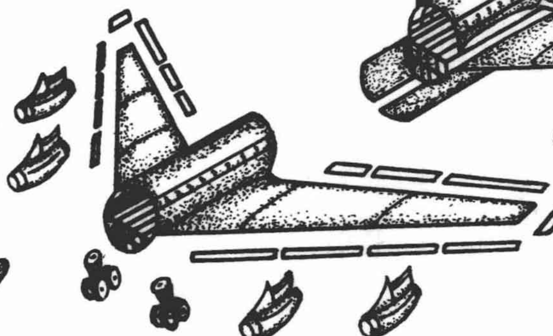
1. 机翼装配，并与盒形梁連接

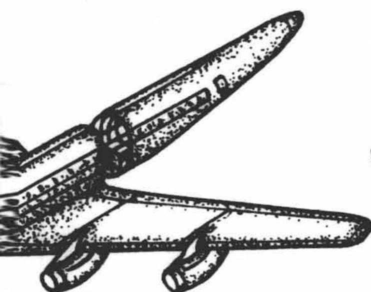
2. 机身中段与机翼盒形梁装配

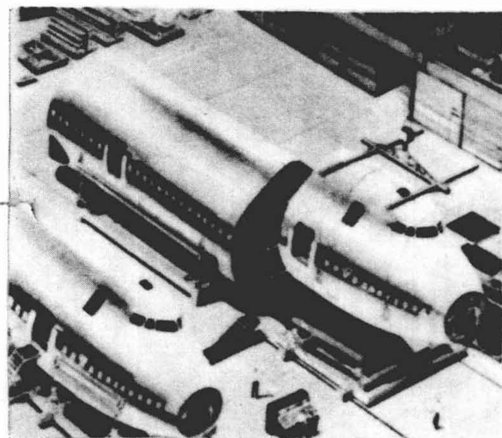
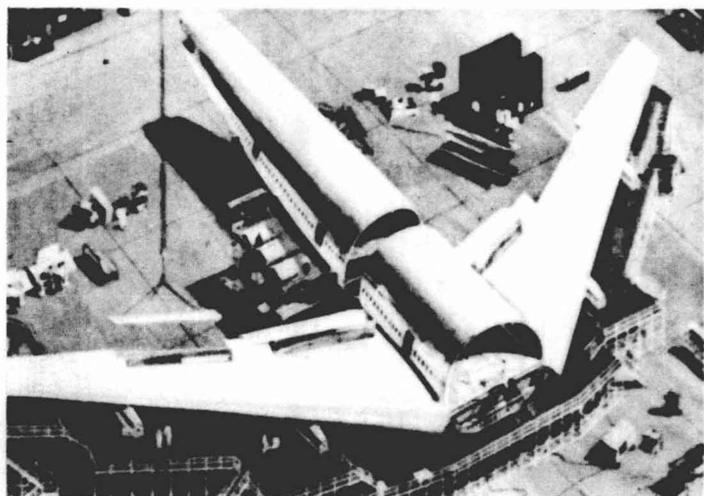
3. 机翼的总装配



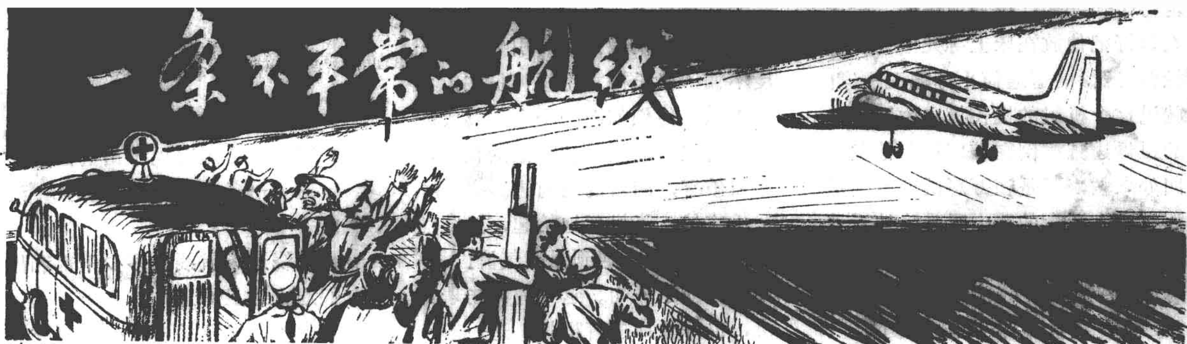


飞机各部分的对接装配情况



下图：我国民航的大型喷气客机在飞行。目前，我国民航以首都北京为中心，有八十多条国内航线，连接着全国七十多个城市；国际航线也在不断增加。



中国人民解放军武汉部队空军某部 **周仕生**

打开航行图，那上面标有种种符号，画出了条条红线——这是飞机行进的依据，是航线。在我们伟大社会主义祖国的广阔天空，有着数不清这样的航线，交织成十分绚丽多彩的画图！这里记叙的，是其中一条普通而又不平常的航线。

这件事发生在去年十月下旬的一天。深秋的胶东半岛，呈现一派喜人的景象：工厂的车间里，马达隆隆，钢花四溅，时时传出新的捷报；人民公社的田野上，红旗招展，凯歌连天，处处报告丰收的喜讯……广大群众为社会主义建设辛勤劳动。文登县林业部门的同志们，连夜作业。灯光下，他们挥汗如雨，号声阵阵。突然发生了一件意外的事情：工人丛虎滋在热火朝天的劳动中，脚不慎被轧伤，鲜血直流，顿时昏迷过去。

一

急救的汽车开进了县人民医院。医生们看着半个小时前还在为革命创造财富的工人师傅，现在伤势严重，心里十分难过；县局领导来到病室，表示了极大的关注。大家万分焦急，恨不得马上接活老丛的脚，让他重新站立起来，为革命尽力。可是，限于医疗设备，不能就地抢救接肢，需要立即送往外地。

求援的车辆，连夜驰往县城有关单位和驻军领导机关。请示派调飞机的电话，从县委通到省委，从驻军通到上级的领导机关，通向北京，通到我们伟大领袖毛主席的身边。同志们只有一个心愿：快些，更快些，抢救我们的阶级兄弟！

二

这一天，空军航空兵某部六一二机组执行艰巨的战备任务，来到某机场休息，准备迎接第二天的飞行。刚躺下不到一个小时，场站首长亲切的声音将他们唤醒："有一名重伤员，需要立即送往上海接肢，这个任务交给你们有没有困难？"首长知道机组同志飞了一天，十分疲劳，需要很好休息。[illegible]知道深夜飞行困难较多。但是[illegible]民群众有了疾苦，人民的子弟兵怎能安然入睡？一听说有任务，大家一骨碌起了床，响亮地回答："党和人民交给的任务，困难再大，我们也要坚决完成！"

会议室里，灯光明亮。党小组会上，个个争先恐后，踊跃发言。一句句发自肺腑的话语，透过窗口，回响在万籁俱静的夜空，表达了革命战士一片赤诚的心。翻开他们的飞行日记，记载着多少次这样的类似的任务：地震地区，有他们空投给山区人民的衣物食品；干旱草原，有他们洒下的喜雨甘露；洪水淹没的村庄，有他们降下的"天兵"去抢险……他们把党的温暖及时带给广大人民群众，他们展翅高歌美好的社会主义制度。

领航主任苏德玉同志，伏在展开的航行图上精心地选择航线：既要多用几个导航点，又要缩短航程。桌上放着直尺、计算尺、计风盘和红蓝铅笔。灯光照在他风尘仆仆的脸上，露不出丝毫的倦意。这位入伍二十多年的老同志，二十一年的空中生活，谁也记不清他画了多少航线。千条、万条？现在展现在他眼里的是一条多么不平常的航线！这是一条体现我们社会主义制度无比优越的航线！机组的同志们，每当执行艰巨任务的时候，常常想起旧社会劳动人民所受的苦难，对比今天的幸福，就增长了克服困难的信心。现在苏德玉看着导航图上粗旷的红线，又想起自己在旧社会苦难的童年：在反动统治的皮鞭下，父亲、哥哥累得死去活来，糊不住自己一张嘴，家里忍泪让年幼的苏德玉拣煤渣度口。三伏天，他头顶烈日，起早贪黑四处奔走；三九天，他身穿单衣，光着脚丫，冒着风雪，拾呀，挖呀，煤渣里留下了斑斑血泪。一次，

他得了伤寒病，没钱请医生，全家人只好把他放在床上等死……在旧社会，悲惨的遭遇何止苏德玉一家！就说这个机组的机长梅立生吧，他的祖母逃荒病倒在破庙里，他父亲四处求救，可是在万恶的旧社会里那有穷人活命的路！眼睁睁地看着病人悲惨地死去。飞行员武道龙的母亲积劳成疾，患病得不到及时抢救，年纪不大就早早地去世了。

是谁给劳动人民带来了光明？是什么保障着人民的幸福？翻身的人民群众，千言万语汇成一个最强音：是伟大领袖毛主席，是毛主席的无产阶级革命路线！

很短时间，机组同志们做好了一切准备，各就各位，待命起飞。

三

凌晨两点，从北京传来领导机关的指示，字字句句温暖着战士们的心。

不巧，这天前方降落场白天刚下了一场大雨，天气不稳定，侧风、阵风很大，能见度差，又是拂晓前，沿着海边飞行，给机组带来更多的困难。这在一般情况下，是不适合飞行的。但是，“这不是一般的训练，是党交给我们的任务，是战斗！”机长紧锁着双眉，经过片刻沉思，舒展开来，他恳切地向首长表示：“飞！”

机场上五颜六色的跑道灯，闪闪烁烁，探照灯把跑道照得雪亮。只见一颗绿色信号弹划破了夜空，六一二号战鹰带着轰鸣的响声，离地而起，直插云霄。

驾驶舱里，各种信号灯映红了飞行人员一张张严峻的面孔。通讯主任田荣凭着十几年的飞行经验，知道拂晓前飞行无线电讯号弱、杂音大，为了不错漏一点一划，他认真守听，排除干扰，时刻保持着和地面的正常联络；机械分队长王维勤，密切注视各种机械的良好运转；领航主任苏德玉，把阶级深情寄于计算尺上，一会儿观察仪表指示，一会儿精确计算，引导飞机一度不偏；机长梅立生全神贯注，沉着操纵。他们如同一个人，驾驶战鹰沿着红色航线，在茫茫的夜空，穿云破雾，向目的地前进。

突然，飞机猛地抬起，又陡然沉下。“不好，遇到强烈气流！”不知谁先喊了一句。这气流冲击着飞机，也好象冲击着机长：这一起一落，将给伤员增加多少不必要的痛苦！他两手紧紧压杆，双脚稳稳蹬舵，以最柔和的动作操纵飞机，尽量减少颠簸。虽是深秋的夜晚，寒气袭人，他脱掉皮上衣，身穿单衣，把全部精力倾注在一杆一舵上。红润的脸，沁出粒粒细汗。

此时此刻，躺在后舱的丛虎滋同志脑海里随着窗外的云层翻滚着。他睁开微弱的眼睛，看着毛主席画象，耳听轰鸣的马达，解放前辛酸的家史，解放后幸福的生活，画片般地涌上了心头，悲喜相逢，万感交集，滴滴热泪滚落在病床上……

是啊，三座大山重压下的劳动群众不如一根草，是毛主席革命路线使人民成了国家的宝，新社会的幸福生活，全靠毛主席的好领导！

人民的雄鹰载着一名普通的工人风驰电掣，一小时过去了，两小时过去了，很快就到达目的地了。这时，降落场报来气象资料，侧风、阵风仍然很大，超过落地标准。怎么办？是按原计划降落，还是实施备份方案？机长果断决定：时间紧迫，不能到备降机场着陆！困难再大，也要保证把伤员及时地送到目的地。早有思想准备的全机机组同志，紧密配合，准备落地。在这节骨眼上，机场屏光灯突然发生故障，影响飞机侧风着陆的安全。一个接一个的困难，考验着英勇的航空兵战士们。他们从容不迫，沉着冷静，立刻用飞机上着陆灯代替。瞬间，一溜光柱照亮了跑道。

飞机平平稳稳地落地了。

四

飞行人员抬着担架把老丛送上救护车时，心里有说不出的高兴。

这是一条多么不平常的航线啊！

围绕这条航线，多少干部和战友们通宵达旦的工作：

上级领导机关连夜作了具体指示。

有关省、市党委的领导，详细了解任务情况，及时给予指示和帮助。

有关部队干部战士，积极协助，主动传递有关资料，及时保证沿海一带的导航设备，为六一二机组的飞机导航，一座座雷达天线，在沿线转动着，英雄的雷达兵彻夜不眠，守视在荧光屏前。

上海市第六人民医院，接到长途电话，立即组织优秀的医务人员成立抢救小组，做好一切准备，等候远道送来的阶级兄弟。

起降机场的气象、调度人员和有关单位，为这架飞机不平常的夜航，紧张地工作。

还有文登县委的负责同志，自始至终，亲临现场，关怀备至，一夜没有合眼。空军航空兵某部飞行部队指挥员，彻夜帮助机组准备，提醒安全事项，亲自担任地面指挥，一直等到飞机安全落地，他才放心地离开指挥所。

……

这条普通的航线，确确实实不平常！

这时，时针指向清晨五点。二十四小时内，这个机组的同志接连执行了两项艰巨的任务，飞了十多个小时没有休息。但是，战斗胜利的豪情，把他们一天一夜的困倦洗得干干净净。他们用人民子弟兵对党对人民的无限忠诚，谱写了一曲社会主义制度无比优越的凯歌！

题图设计：温承诚

高速歼击机的尾翼



金　陵

由于现代化战争的需要，近十几年来，出现了许多两至三倍音速的高速歼击机，与低速飞机相比，它们的尾翼有所变化，型式也各式各样，本文就这些飞机的尾翼作一简单介绍。

蓝空中，一架银白色的歼击机在飞行，一会儿上升，一会儿下降，一会儿转弯，一会儿盘旋，飞行得自在而平稳。大家知道，这是由于飞机尾翼和副翼提供了良好的稳定性和操纵性的结果。

什么叫飞机的稳定性和操纵性呢？

在飞行中，飞机平衡受到破坏以后，能够自动恢复其原来状态的性能，就叫飞机的稳定性。

飞行中，飞机随驾驶员的操纵意图改变飞行状态的能力，则叫做飞机的操纵性。

飞机的稳定性和操纵性是彼此紧密相联的，它们对飞机的影响正好相反。飞机越稳定，操纵越困难；反之，操纵则容易。

由于飞机能够围绕着通过它重心的的三个轴作俯仰、摆头和横滚运动（见图一），所以，飞机有纵向、方向和横向等三个方向的稳定性和操纵性问题。

一般飞机的尾翼由两个部分组成：

一是水平尾翼。其固定部分叫水平安定面，起稳定飞机俯仰运动的作用，即保证飞机有足够的纵向稳定性。其活动部分叫升降舵，起操纵飞机上升、下降的作用，即提供飞机良好的纵向操纵性。

二是垂直尾翼。其固定部分叫垂直安定面，起稳定飞机左、右摆头的作用，即保证飞机有足够的方向稳定性。其活动部分叫方向舵，副翼与它配合，起操纵飞机左、右转弯的作用，即提供飞机良好的方向操纵性。

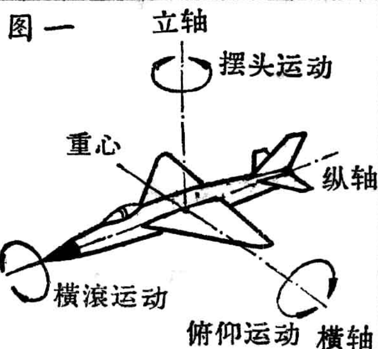
横向稳定性是由机翼的上反角和后掠角来保证的。其操纵性与副翼和方向舵有关，此文不予介绍。

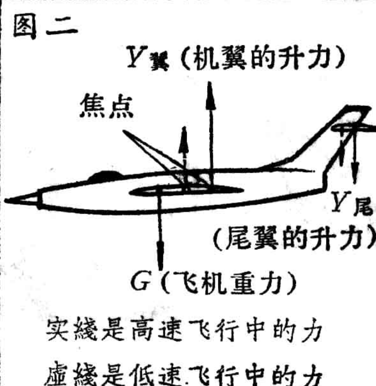
高速歼击机尾翼也有这样的功用和类似的组成，但它又有自己的特点。这是由于在高速飞行中，飞机的空气动力特性发生了许多变化所引起的结果。

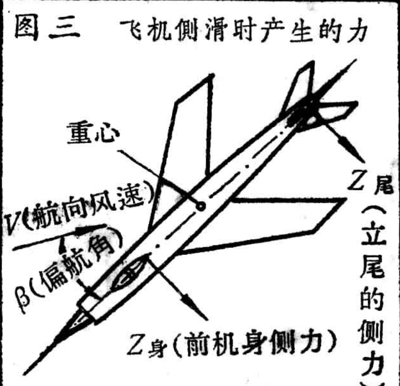
高速歼击机平尾的特点

从低速飞行到高速飞行，气动力特性的一个重要变化是，全机的气动力中心（即焦点）到重心的距离增大了将近一倍，这就改变了飞机原来的力和力矩的平衡（图二）。

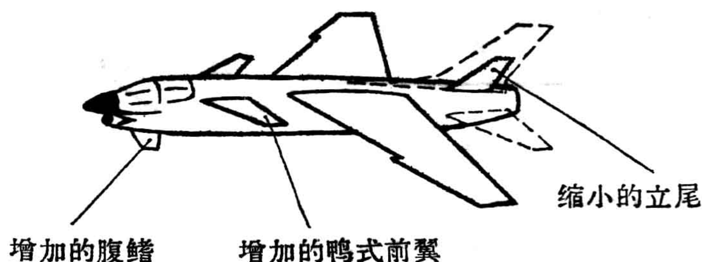
在高速平衡飞行中，一方面平尾要用更大的负升力来平衡焦点后移产生的低头力矩；另一方面机翼要产生更大的升力，才能抵消平尾增加的负升力和飞机的重力，使之平衡，结果，飞机的纵向稳定性增大。又由于平衡飞行时，平尾已产生较大的负升力，驾驶员再操纵小小的升降舵，也不足以改变平尾上气动力的分布，难以操纵飞机，即







图五　采用电传操纵系统的飞机尾翼（实綫）与原机尾翼（虚綫）的比較



纵向操纵性显著变坏。显然，如何改善高速歼击机纵向操纵性，是平尾设计的一个主要矛盾。

为了解决这一矛盾，许多高速歼击机，采用了全动式平尾。这种平尾不分安定面和升降舵，整个平尾是一个可操纵的舵面。升降舵偏转很大角度产生的力，全动式平尾只要偏转很小的角度就可达到。这就大大提高了平尾的操纵效率，改善了纵向操纵性。

高速歼击机立尾的特点

高速歼击机的另一个特点是，随速度的增大，方向稳定性不断减弱，甚至失去稳定。这往往成为高速歼击机提高飞行速度的一个障碍。

在高速飞行中，飞机受到左、右扰动而侧滑时，飞机的方向稳定性主要与两个因素有关（图三）：

一是机身产生的侧力。由于高速歼击机机身细长，机头突出在飞机重心前面很远，因此，机身产生的侧力，作用在飞机重心前面较远的地方，形成一个不稳定力矩，使飞机侧滑趋势增大。

二是立尾产生的侧力，作用于飞机重心之后，产生一个稳定力矩，使飞机侧滑趋势减小，力图恢复原航向。

这两种力，构成一对增强和削弱方向稳定性的矛盾。超音速飞行时，随着速度的增大，立尾产生的稳定力矩不断减小，而机身产生的不稳定力矩大致保持不变，这就造成方向稳定性不断减弱。当速度超过某一数值以后，立尾的稳定力矩减弱到小于机身的不稳定力矩，机身的不稳定作用转化为矛盾的主要方面，飞机就失去方向稳定性。

在高速歼击机设计中，为了正确处理好这一对矛盾，往往要作大量理论分析和试验研究。一般随着飞机速度的增大，采用大立尾，进而用腹鳍（在机身下面，装一块垂直安定面），甚至用双立尾、三腹鳍等办法来提高方向稳定性。

高速歼击机尾翼的常见型式

前面讨论了对高速歼击机尾翼的要求，但每一种高速歼击机究竟采用什么样的尾翼型式来满足这些要求，却有千差万别。这要根据飞机的战术技术要求和做大量理论分析及试验研究，才能确定。目前常见的型式主要有(图四)：

一、全动平尾—普通立尾—腹鳍

这是一种基本型式。飞机的全动平尾用来保证纵向操纵性，普通立尾和腹鳍用来提供足够的方向稳定性。

二、全动式下反平尾—普通大立尾

为了使平尾在大攻角爬升时，避开机翼扰流的影响，提供高效率的纵向操纵性，有的飞机经过七十几个尾翼选型试验，最后确定了下反角为二十三度的全动平尾。普通型式的大立尾保证了足够的方向稳定性。

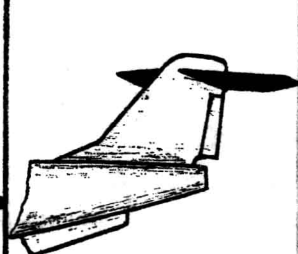
三、“T 型”尾翼

为了在高速飞行中，避开机翼、机身扰流的影响，提供高效率的纵向操纵性，有的飞机把全动式平尾安装在普通立尾的顶部。同时加腹

图四　常見的高速歼击机尾翼型式







鳍保证足够的方向稳定性。

四、无尾三角翼

为了有更光滑的空气动力外形，减少飞机的阻力，有的飞机取消了平尾，用细长的三角形机翼来保证足够的纵向稳定性：升降舵的任务是由一种既可操纵飞机横滚（左、右副翼一上一下），又可操纵飞机俯仰（同时向上或向下）的升降副翼来完成的。较大的普通立尾保证方向稳定性。

五、鸭式前翼

为了在不同攻角的高、低速飞行中，平尾都能提供足够的纵向稳定性和高效率的操纵性，有的飞机把全动式平尾配置在机头，平尾的后缘设计成升降副翼。用普通的大立尾，以保证方向稳定性。

六、全动平尾—双立尾

为了使飞机机动性突出，有良好的空中格斗性能，这就要求飞机有足够的稳定性和高效率的操纵性，所以有的飞机配置了全动式大平尾和面积很大的双立尾。

七、无平尾—双立尾—三腹鳍

有的飞机要在三倍音速的高速下持续飞行，为使它有足够的方向稳定性，所以采用了两块大立尾和三块腹鳍。为了有更好的气动外形，以满足高速飞行的要求，还取消了平尾，用升降副翼来提供纵向操纵性。

高速歼击机尾翼的发展趋势

根据上面的介绍，大家自然会提出，随着高速歼击机飞行速度的进一步提高，平尾和立尾是不是会越来越大、腹鳍越来越多呢？这确实是一个必须解决的矛盾。速度越高，纵向操纵性越差，平尾面积越大；速度越高，方向稳定性越差，立尾（腹鳍）越大。结果尾翼越来越笨重。反过来，笨重的尾翼，又影响了飞机速度的提高和机动性的改善。**任何事物内部都有这种矛盾性，因此引起了事物的运动和发展。**

为了解决这一矛盾，多年来一直在研究的电传操纵系统得到广泛重视，最近，已经开始在一些高速飞机上进行试验。

电传操纵系统，是一种电气反馈操纵系统，它用电气装置和导线代替了从驾驶杆到操纵面作动器之间的机械和液压联动装置。驾驶员通过电气讯号来稳定和操纵飞机。

由于电传操纵系统是用电讯号操纵飞机，所以操纵灵敏、反应快，不会出现机械操纵系统的那种滞后现象。这就可以使气动力中心与飞机重心十分靠近，甚至重合或负稳定（焦点在重心前面）。在这种情况下，只要用很小的尾翼就可以稳定和操纵飞机了。这就大大减轻了飞机重量，从而改善了飞行性能。图五是采用电传操纵系统的飞机尾翼与原机尾翼的比较。

可以预见，随着现代技术和电传操纵系统技术的进一步发展，飞机的尾翼一定会得到使人更加满意的改进。

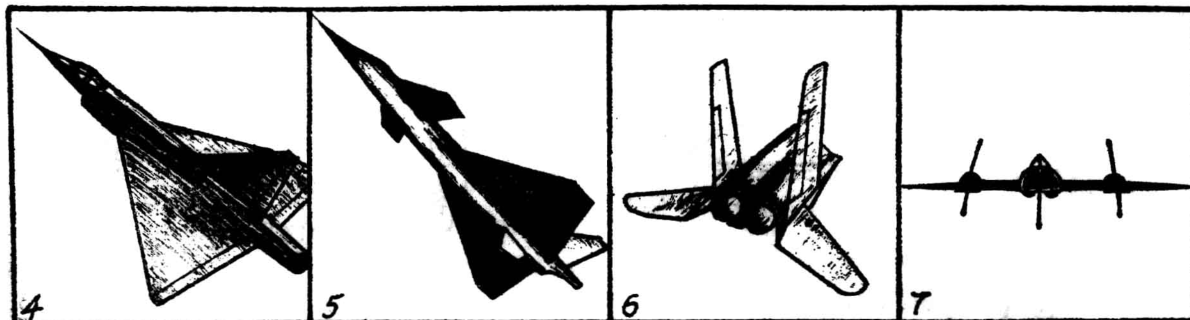
题图：王小飞　插图：少　友

航空科技简讯

△据报道，去年十一月，有十二名美国女护士参加了一项为期五周的宇宙医学试验。试验的目的，是了解她们对长时间空间飞行的适应能力。为了了解非职业宇宙航行员在体力上能否承当空间飞行的任务，已经进行了好几年的研究。上述妇女参加的试验，就是这种研究计划中的一部分。

在这次试验中，为了在地面条件下创造类似轨道飞行时的失重情况，十二名妇女中的八名，在接受离心机测验之前，曾经连续在床上静卧两周，以便降低她们对过载的忍耐力。试验计划假定她们在空间飞行结束后要从地球轨道上换乘航天飞机返回地面，而航天飞机从轨道上下降时，其上的乘员将经历从失重状态到过载状态的变化。她们在离心机上测验的，就是相当于航天飞机上的过载条件。

在这五周的试验中，她们进行的另一个重要项目，是希望了解妇女身体对抵抗血液往腿部汇集的趋势，有怎样的能力。一般认为，男子保持血液在身体各部分均匀分布的能力较强。不过，去年宇宙航行员在天室实验室长期飞行的试验表明，至少对男子来说，长时期的失重，会削弱身体内部阻止血液汇集的能力。但是，空间飞行的条件对妇女的生理有什么影响，还是一个亟待解决的问题。





聆　凡

飞机速度的提高，导致作用在舵面上的空气动力载荷的加大，操纵起来超出驾驶员的体力，因此，必须借助于某种机构进行操纵，这就是液压助力器。

随着飞机飞行速度和高度的不断提高，特别是进入到超音速飞行以后，给飞机的操纵也带来了新的问题。例如，一架完善的超音速飞机，它既要解决在超音速、跨音速和高空时的操纵性和稳定性问题，又要满足在亚音速、低速和低空时的操纵性和稳定性要求。但是，随着飞行速度和高度范围的不断扩大，空气动力特性将发生巨大的变化，飞机的操纵性和稳定性的变化也就更为剧烈，飞机的驾驶技术也随之变得越来越复杂。这就要求飞机操纵系统不断地改进与发展，以适应飞机飞行操纵的需要。另外，现代高速飞机的操纵系统若发生故障，将直接危及到飞行的安全，所以飞机操纵系统的安全性和可靠性问题也就应摆在很重要的地位加以考虑。

飞机操纵性和稳定性的提高，要涉及到多方面的工作，例如，可采用飞机最有利的空气动力布局，提高舵面效率；采用新的操纵方式和实现手操纵系统的自动化等。提高安全性和可靠性的问题，在目前是采用所谓多余度和破损——安全设计原则。作为现代高速飞机操纵系统一个重要附件的“液压助力器”也就是在不断提高飞机操纵性和稳定性，增强其安全性和可靠性，提高自动化程度和改善飞行员的工作条件等问题的斗争中产生和发展起来的。

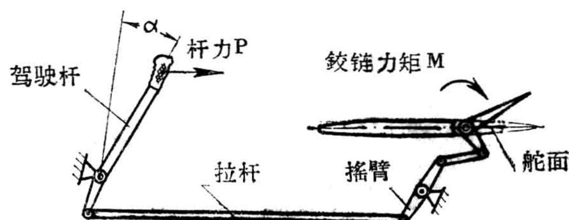
我们知道，低速飞机的操纵系统是一种简单的拉杆——摇臂（或钢索——滑轮）系统（如图一所示）。在这系统中，飞行员只要操纵驾驶杆（或脚蹬），就可通过拉杆——摇臂的传动直接带动飞机舵面偏转，以改变飞机的飞行姿态。

随着飞机飞行速度的不断提高，作用在飞机舵面上的空气动力载荷也大大增加，这就使得直接操纵舵面偏转的驾驶杆力也随着相应地增大。譬如，一架歼击机的飞行速度从音速的零点八倍提高到音速的一点三倍时，造成同样的过负荷所需要的舵面偏转的铰链力矩M将增加四十倍到五十倍，这个力量若换算到驾驶杆上去，可达几千公斤。显然，这样大的操纵力飞行员是无论如何也搬不动的。假如简单地靠增大操纵系统传动比的方法来减小驾驶杆力，又受到飞机结构布局等的限制。所以随着飞机飞行速度的不断提高，就需要想法解决飞机舵面操纵力过大的问题。“液压助力器”就是解决这一问题的产物。

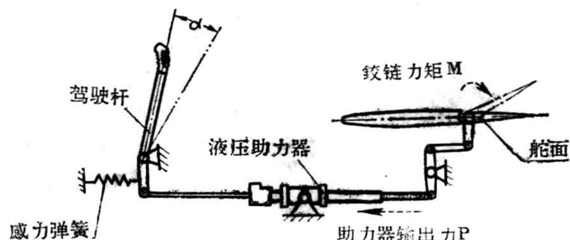
助力器的工作原理

图二所示，为装有液压助力器操纵系统的简化原理。在这个系统中飞行员只要用很小的力来操纵液压助力器，就能带动大载荷的舵面偏转。也就起到了“省力”的作用。当然，装有液压助力器以后，除了“省力”这一明显的功用外，更要满足飞机操纵系统的一个起码的要求，这就是：驾驶杆动到哪里，舵面亦要相应地转到一定的偏转角，即要求驾驶杆的位置与舵面偏转角的位置一一对应。液压助力器到底是怎样完成这一任务的呢？这可以从图三及本期封三所画的液压助力器的简单结构原理中得到说明。

在图三中，驾驶杆通过拉杆与



图一　简单的飞机操纵系统

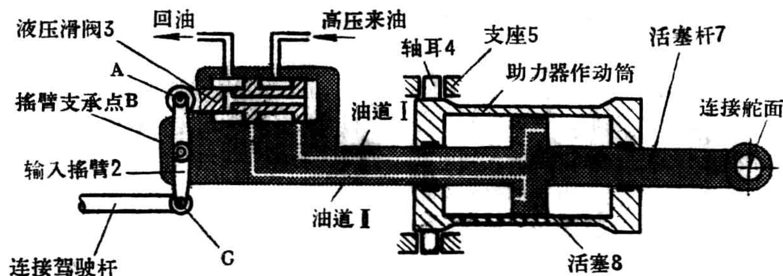


图二　装有液压助力器的飞机操纵系统

液压助力器的输入摇臂 2 相连，液压助力器的活塞杆 7 连接飞机舵面。助力器作动筒的轴耳 4 与飞机铰接支座 5 相固定。

飞行员操纵拉杆向左移动，即带动输入摇臂 2 转动，使助力器的滑阀 3 右移，从而把油路打开，高压来油就从液压助力器油道 I 进入作动筒的右腔；同时，作动筒左腔的油经油道II与回油路相通。这样，助力器活塞 8 就在左右两腔油压差的作用下向左运动，活塞杆就带动舵面向上偏转（如图二所示）。

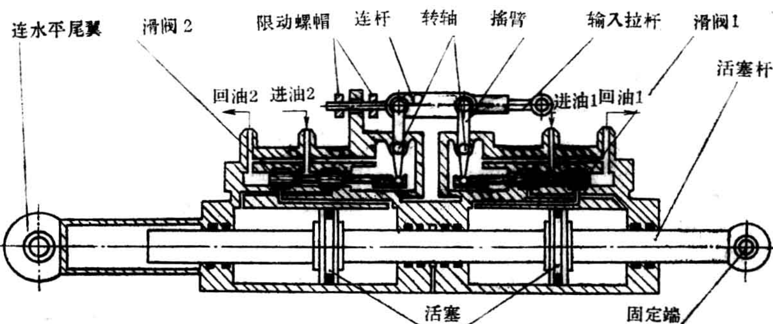
若继续向左操纵拉杆，则油道 I 继续通高压来油，油道 II 继续通回油，助力器活塞杆就能继续带动舵面向上偏转。



图三　液压助力器简单结构原理图

一旦停止操纵拉杆，则拉杆与输入摇臂相连的C点也就停止不动。但在停杆的瞬间，油道I与II仍然是打开的，助力器活塞杆就可仍然向左动，与助力器活塞杆相连的输入摇臂 B 点当然也是一道向左移动的。显然，输入摇臂 2 就要围绕静止点 C 移动，这就使得与输入摇臂 A 点相连的滑阀 3 相对于活塞杆向左移动，从而把油道 I、II 关闭。一旦关闭油道I、II 则助力器活塞杆也就停止不动，舵面的偏转位置就与驾驶杆停止操纵时的位置相对应。

驾驶杆带动拉杆向右运动时，液压助力器的工作情况与上类同，但运动方向相反。此时油道II通高压来油，油道 I 通回油，使助力器活塞在左右两腔油压差的作用下，向右移动，活塞杆带动舵面向下偏转。



图四　双腔液压助力器的简单结构

从液压助力器的工作原理，我们不难看出：液压助力器活塞杆的运动是紧跟滑阀（或紧跟驾驶杆）运动的，这就是液压助力器的运动特性。操纵滑阀的力是很小的，一般为一到一点五公斤左右，而活塞杆的输出力可达到上万公斤。这种液压助力器就是一种力的放大系数很大的“液压随动机构”。

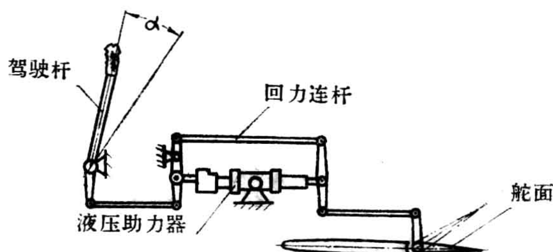
当前，为提高液压助力器操纵的可靠性和考虑到在输出功率增大的情况下使结构体积小、重量轻，较普遍地采用了所谓“双腔液压助力器”的结构型式（如图四所示）。

这种液压助力器由串联在一根活塞杆上的两个活塞，将作动筒隔成两个进油腔和回油腔，其油路一般分别由两套独立的滑阀控制。正常工作时，由两套独立的液压系统分别向助力器的一腔供压。当一套液压系统损坏或一套操纵滑阀产生故障时，另一套液压系统可继续供压，这时其输出功率较两腔同时工作时，减小一半。

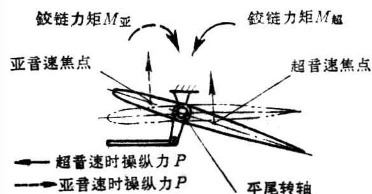
液压助力器的连接方式

液压助力器在飞机操纵系统中的连接型式，一种如图二所示，还有一种如图五所示。显然，这两种连接型式的最大区别在于：图二的连接，舵面上的力，不能前传给驾驶杆，而是通过活塞两腔的液压传给作动筒铰链支座，从而传给飞机结构（由于驾驶杆上感受不到舵面上的载荷，且滑阀的操纵力又很小，所以在系统中另设有一个感受力量的机构，如图二中的感力弹簧机构）。图五的连接，舵面上的载荷可以通过“回力连杆”部分地传到驾驶杆上去，所以飞行员能感受到舵面上的力。

图二的连接型式叫做“无回力的液压助力操纵”；图五的连接型



图五　有回力的液压助力操纵



图六　全动式水平尾翼

式叫做“有回力的液压助力操纵”。这里应该指出，这两种连接型式并不是可以任意选择的。当飞机进入到超音速飞行以后，为增强舵面效率，提高飞机的纵向操纵性，采用了“全动式水平尾翼”（如图六所示）。这种全动式水平尾翼的液压助力操纵必须按“无回力”的连接型式。这是因为，考虑到利用平尾的结构高度，减轻结构重量和减小液压助力器的输出功率等原因，全动式水平尾翼的转轴一般都布置在其“亚音速焦点”和“超音速焦点之间。这样，当飞机在亚音速和超音速两种速度范围内飞行时，平尾向一个方向偏转（如图六中平尾前缘向上偏转）的铰链力矩方向是相反的。这两种方向相反的铰链力矩，假如都传到驾驶杆上去（即采用“有回力”的连接型式），那就使得驾驶杆力的方向也将相反。这就是说，若在超音速飞行时，驾驶杆的杆力是“向前推的”，这与操纵习惯是一致的；那么在亚音速飞行时，驾驶杆的杆力是“向后拉”的，这与操纵习惯相反。显然，若液压助力器采用这种“有回力”的连接，飞机是无法操纵的。相反，若采用“无回力”的连接，则没有这种杆力相反的问题。这就是在全动式水平尾翼操纵系统中，装有“无回力”液压助力器的原因。

液压舵机

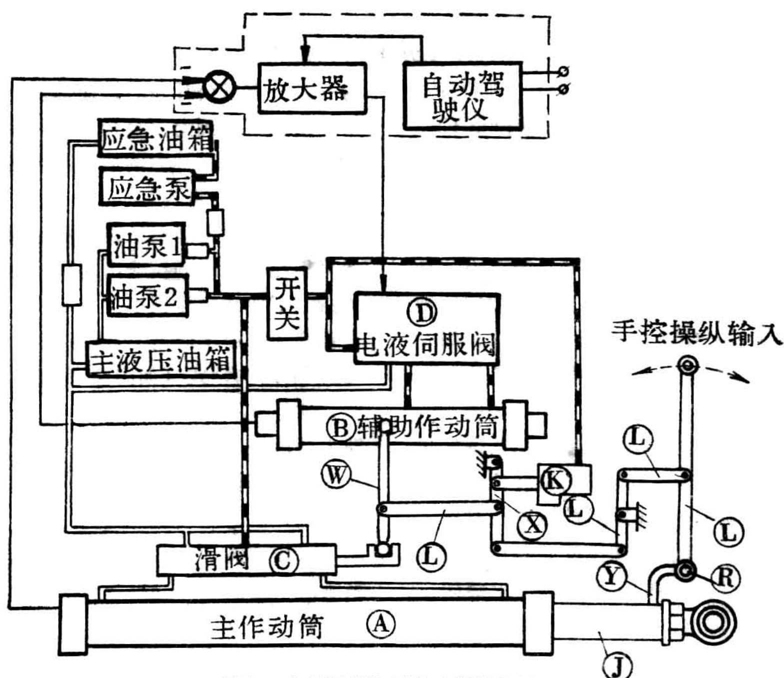
在某些现代高速战斗机、大型旅客机及运输机上，为改善飞行员的使用条件，提高飞机操纵的自动化程度，所采用的“液压助力”已发展到称为“液压舵机”的型式。液压舵机或广称为“飞行操纵液压作动器”，就是一种由电气液压和机械附件构成的组件，其简化原理如图七所示。与简单的液压助力器相比，其明显的变化在于：可以自动操纵又可以手控操纵。

当手控操纵时，其工作情况和液压助力器的工作原理是相同的。此时，飞行员拉动驾驶杆可带动摇臂L绕R点转动，从而通过L拉杆一摇臂系统带动滑阀C运动以沟通主作动筒A的高压来油和回油路，使活塞杆J移动，带动舵面偏转。Y杆叫做“反馈杆”，其一端和主作动筒活塞杆J相固定，R点与摇臂相铰接。由于有“反馈杆”，就使得主作动筒活塞杆的运动（输出端，亦就是舵面偏转），随着驾驶杆的“动”而“动”，“停”而“停”，构成一个液压随动系统。

当自动工作时，自动驾驶仪将操纵信号经过放大以后输入到电液伺服阀D，然后由电液伺服阀分配油液流到辅助作动筒B，使辅助作动筒B运动。则B通过摇臂W操纵滑阀C，以分配进到主作动筒的油路，从而用主作动筒运动来带动飞机舵面偏转。当其偏转位置与自动驾驶仪的输入信号相对应时，与主作动筒相连的位移传感器将电信号经放大器向电液伺服阀D回输（辅助作动筒B也有这一回输），由电液伺服阀D控制去辅助作动筒和主作动筒的油路，使主作动筒停止运动，舵面也就停在相应的位置上。

这里很自然地会提出这个问题：由自动驾驶仪控制和手控操纵，两者会不会互相干扰呢？应该是不会的。这是因为在这套装置中，有一个锁定机构K，当由自动驾驶仪控制时，高压来油也进到锁定机构K，使手控输入连杆X被固定在锁定或关闭位置上，这样，手控操纵就不能操纵了。当转为手控操纵时，锁定机构K处于开锁或松开位置，这时才可手控操纵。

为提高飞机操纵的安全性和可靠性，在图七中设置了两套主液压系统和一套应急备用液压系统，分



图七　飞行操纵液压作动器简化原理

别向主作动筒A供压，当主液压系统压力降到低于预定值时，即转为由应急备用系统供压。目前，在有的大型旅客机和超音速战斗机上，为了减轻机械操纵部分的重量和提高系统的安全性和可靠性，把液压系统供压部分（油泵电机等）同液压操纵作动器组合成一体，这就使飞机操纵系统有可能采用**“电传操纵”**的新型式。

矛盾不断出现又不断解决，就是事物发展的辩证规律。随着飞机速度再进一步的提高（达到高超音速飞行以后），在液压技术和电子技术获得广泛应用的基础上，作为飞机操纵系统的一个关键附件—飞行操纵液压作动器，必然要有更进一步的发展。但其总的趋势，仍然是围绕着不断地提高飞行器的操纵性和稳定性，提高安全性和可靠性，改善飞行员和地面维护人员的使用条件，提高自动化操纵的程度等方面着眼。

题图设计：杨承德

名词解释

飞机的稳定性 飞机在飞行时，受外力作用破坏了平衡，当外力去掉后，它本身不依靠驾驶员的操纵，而自动恢复到平衡状态，称为飞机的稳定性。恢复到平衡状态快的就称为稳定性好，恢复得慢和不能恢复的称为稳定性差或没有稳定性。不稳定的飞机，在外力扰动后会造成失速，使飞机难以继续飞行。飞机稳定性分为纵向、方向和横向等三种。

飞机的操纵性 它是和稳定性正好相反，飞机的操纵性就是在外力作用下，如驾驶员操纵某一舵面偏转，飞机也就跟着改变原来的运动状态，对于飞机改变运动状态的灵敏程度称为飞机的操纵性。若操纵舵面稍有偏转，飞机很快绕某轴转动很多，则称为操纵性好，否则为不好。

飞机的操纵性也分为纵向、方向和横向三种。

铰链力矩 作用在舵面上的空气动力的合力对舵面转轴的力矩。

水平尾翼焦点 “水平尾翼焦点”是指水平尾翼因偏转（迎角增加）所产生的升力增量的作用点。实验证明，焦点位置不随迎角的变化而变化，而是随飞行速度的增大而后移。

名词解释



沃罗涅什的反常现象

去年六月，苏修图—144超音速客机在巴黎航空空间展览会的飞行表演中，当着几十万观众的面在空中起火坠毁（见本刊今年一月号的报道）。苏修为了挽回面子，展览会一结束，急忙邀请了美国一批报道航空空间问题的记者去苏联访问，破例向他们开放了以前严格保密的制造图—144飞机的工厂和雅可夫列夫设计局等机要单位，并且由苏修航空工业部部长、副部长，以及十几名最高级的设计师亲自接待座谈，极尽曲意奉承之能事，企图以此讨好西方报刊。这批记者回国之后，纷纷发表文章，谈论访苏见闻。以下摘译介绍的是美国《航空周刊》发表的一篇专文。

美国《航空周刊》去年七月二日的一期，发表了一篇题为《沃罗涅什的反常现象》的社论，作者为该刊主编，是当时应邀赴苏参观的记者代表团成员。社论说，苏修正在扩建沃罗涅什飞机工厂，打算在那里成批生产图—144型超音速客机；可是就在这座工厂所在地区周围的农村，却象托尔斯泰小说中描写的十九世纪沙俄时代的农村那样落后，工厂和农村形成强烈的对比。

社论说，沃罗涅什在莫斯科东南约六百四十公里，处于沃罗涅什河弯曲的河岸上，是一个有七十万人口的城市。沃罗涅什飞机工厂是苏联最大的飞机工厂之一，从三十年代开始，基本上都是生产图波列夫设计局设计的飞机（按：图波列夫是苏联飞机设计师，已于一九七二年十二月病死，活了八十五岁）。现在该厂正在生产图—144的预生产型飞机（另据该刊报道：图—144的原型机生产了三架，在巴黎坠毁的是其中的一架。现在生产的预生产型飞机有五架，都在车间里摆着，进展的程度各不相同）。作为参观该厂的第一批西方记者，当我们由工厂的头头陪着在嘈杂的、分散的车间里穿来穿去的时候，引起了工人和带着手枪的女警卫员的很大惊讶。该厂现有厂房的总装线，只能同时装配五架图—144飞机，正在盖的一座新厂房，据说可以同时装配十架以上。

《航空周刊》的这篇社论说，看过飞机工厂，让我们再谈谈沃罗涅什的反常现象：当我们乘着汽车在这个地区周围旅行的时候，仿佛回到了十九世纪的俄国。小小的村落里盖的是低矮的木头小屋；全村使用一口井，要用绞盘和木桶去吊水；村里的道路都是泥路，尘土飞扬。干草用笨重的镰刀收割，再用叉子垛到马车上去。老年妇女身穿黑衣，包着白头巾，面容疲惫不堪，在用铁锹慢吞吞地挖土。如果参观者只看到生产图—144的工厂，你告诉他们附近存在着另一个世纪，他们恐怕很难置信。



飞机的噪声

易 木

飞机的噪声是现代航空面临的严重问题之一，发动机发出的噪声是飞机的主要噪声源。本文介绍涡轮喷气发动机的噪声源。

可以说，从飞机开始飞行就存在噪声。但是，人们对飞机噪声重视，并且研究消声问题是在喷气式飞机投入航线之后。活塞式飞机的噪声性质与喷气式飞机的噪声迥然不同。当活塞式飞机掠过头顶的时候，你会听到低沉的嗡鸣声，但是很快就消失了；可是，喷气式飞机飞过头顶后，在相当长一段时间内，你还听得到飞机的轰鸣声，这是为什么呢？

从声音谈起

在我们生活的环境里，不论在什么地方或者做什么工作，总是有声音伴随着。声音是怎样产生的呢？见图一，在虎钳上夹一把钢尺，用手把自由端拨向一边，然后放开。钢尺就会振动起来，并且发出嗡嗡声。这是固体振动作声。同样，液体和气体也能振动作声，例如大海的波浪声，警笛的长鸣，就是水和空气振动作声。在物理学中，一秒钟内的振动次数称为频率。并不是所有频率的振动均能被人耳听到，人耳能听到的声音，是每秒钟振动次数在十六次到两万次之内物体发出的声音。

声音的传播与水面上波浪的传播很相似，但是声波和水波也有区别。水波的传播是以圆形扩展开的，主要是在水的表面上，并且很快随水深而消减；声波则充满在发声体附近的空间中，传播声波的介质分子顺着波浪传播的方向前后振动。声波传播时，能量也随着在同一方向传播。能量愈大，声强愈高。通常用分贝表示声强的大小。分贝刚好是人耳能觉察出的最微弱的声强差别，也是人耳能听到的最低的声音。图二表示出不同环境的声强水平。喷气式旅客机在一百五十米高度飞过约为一百一十分贝。若噪声达到一百五十或一百六十分贝，就会持久地损害听力，耳朵剧痛。

各种气体、液体和固体都能传播声音。只有真空才不能传播，因为真空中没有传播声音的物质。

噪 声

雄壮的革命歌曲，扣人心弦，激励着革命人民奋勇前进；可是，大街上各种车辆来往的嘈杂声却惹人生厌。显然，传入人们耳朵的声音可以分成乐声和噪声两大类。

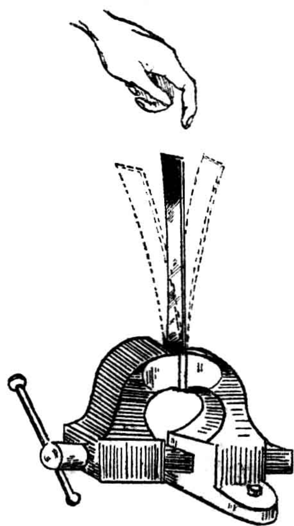
噪声，为人们重视近二十年了，并且被认为是主要的环境污染之一，但是至今还没有统一的、科学的定义。一般认为噪声是不需要的声音，它干扰人们的工作和正常的娱乐和休息。称为乐声的声音，一般是空气中较有规则的扰动，而不规则的和无定向的扰动，一般不悦耳，即称为噪声。因此，从广义上讲，噪声是任意的无规则扰动。

飞机上的噪声不断自声源向外辐射、传播。例如发动机噪声引起的高强度声压曾经使飞机的尾翼、襟翼和机身表面严重破坏。噪声不仅可能引起飞机机体结构疲劳破坏，影响飞机上仪器设备的正常工作和旅客的舒适安全，而且对航空港附近居民区的人民造成严重威胁。噪声能持久地损害听力，降低工作效率，影响身心健康。近年来，航运量不断增加。军用飞机，特别是超音速飞机不断增多，飞机的尺

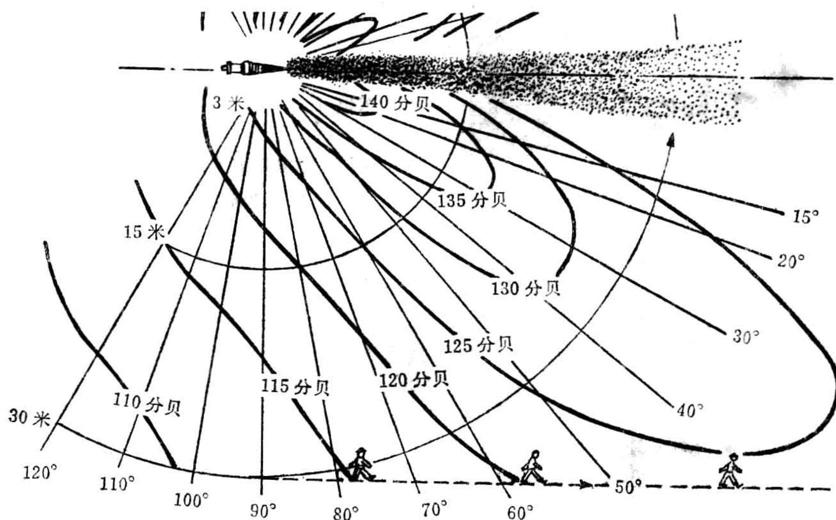




图二 不同的声强：自左至右四幅图。1. 寂静的环境，专心研究中草药，二十分贝。 2. 郊区公路，能自由交谈，五十分贝。



图一　手拨动钢尺振动发声



图三　喷气射入静止空气中产生的噪声场，图中的波瓣为等声强线。

寸和动力也日益增大，因此，飞机的噪声变成很严重的问题。现在，许多国家均对民航机的噪声提出严格的规定。例如，规定DC-10飞机在最大起飞总重为一百九十三吨时，起飞噪声为一百零四分贝，进场时为一百零六分贝（起飞噪声比进场噪声稍小，这与监测位置有关）。因此，严格地控制飞机噪声便成为突出的课题。涡轮喷气发动机是飞机的主要噪声源，不少国家已投入相当多的力量去研究涡轮喷气发动机的噪声问题，以及消除、减弱噪声的一些办法，目前已获得了一些效果。

基本噪声源

图三表示一台涡轮喷气发动机的喷气射流在静止空气中传播的噪声场。图中的波瓣曲线表示等声强曲线。图上画出了以发动机为中心的园弧线。可以看出，在同一半径上，方向不同，噪声强度也不一样，所以航空上又常用定向分贝或有效感觉噪声分贝来表示声强。此外，从图上看出，距尾喷口很远的距离处，噪声强度仍然很大。因此，飞机掠过地面行人的头顶之后，在相当长的时间内还响着飞机隆隆的噪声。

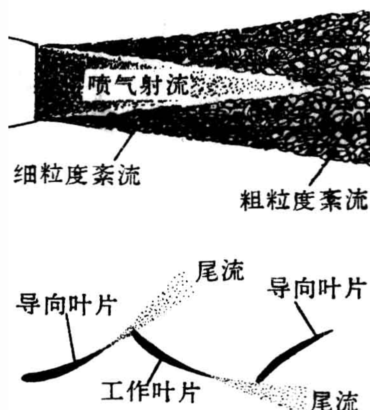
涡轮喷气发动机主要有两个噪声源：

发动机向后喷气产生的噪声　我们知道，喷气发动机工作时连续不断地向后喷出灼热的燃气流，称之为射流，尾喷口处射流速度高达每秒六百米左右。高温、高速燃气流射入冷的、低速的或静止的大气中时，便与周围的大气互相掺混，高速气流撞击静止的气流。于是，射流周围的空气一面被射流带走，一面与射流掺混，产生紊流。从图四看出，靠近喷口处外界气流与射流掺混少，紊流粒度小，产生高频噪声。射流距尾喷口越远，速度越低，与射流掺混的空气越多，紊流粒度越粗，产生频率较低的噪声。所以，发动机的射流噪声是具有不同频率和不同声强的混频噪声，直到混合完成为止。理论研究得出，射流的噪声强度与射流的平均出口速度的7～9次方成正比。这一结论与试验结果一致。可见，射流速度是影





3.旅客机座舱内，传来发动机工作的声音，为八十分贝。4.旅客机在一百五十米高度掠过，必须大声嚷叫，才能听清讲话，约为一百一十分贝。



图四　上　喷气射流与周围空气掺混产生混频噪声
　　　下　叶片穿过尾流产生噪声

响噪声的很重要的因素。

叶片噪声　在发动机内有压气机和涡轮，它们的轮盘上装有转动的叶片，称之为工作叶片；在机匣上装有静止不动的叶片，称之为整流叶片或导流叶片。工作叶片与导流叶片相间排列，空气在叶间通道内流过。参看图四，叶片后面有尾流，当工作叶片转过前排导流叶片的尾流时，就产生噪声。同样，工作叶片的尾流经过下一排导流叶片时，也会产生噪声，由于气流速度较低，噪声强度低得多。此外，气流在叶间通道内流过，流经叶片表面的气流，即使是没有尾流的均匀流动，与叶片相互作用，也会产生噪声。如果有紊流，噪声强度更大。在涡轮叶片之间产生的噪声，一般跟随燃气流向后传播，从尾喷口辐射出去，发出气笛似的哨声。在压气机叶片之间产生的噪声往上游和下游传播，即分别从发动机进气道和尾喷口辐射出去。与喷气射流一样，流过叶片的气流速度也是影响噪声的很重要的因素。一般叶片噪声约与气流速度的六次方成正比。

当然，发动机内还有一些其他的噪声，有的沿发动机轴线由进气道或尾喷口处向前或向后辐射出去，有的噪声沿着轴线的垂直方向从机匣辐射出去，但声强低得多，可以忽略不计。

噪声与发动机的类型和工作状态的关系

从上述对噪声的分析中看出，流过叶片的气流速度和喷气的射流速度对喷气发动机的噪声强度有很大的影响。由于发动机的类型不同，以及工作状态的不同，会使上述两部分因素起的作用不同，因而噪声的主要来源会有些不同。

例如纯涡轮喷气发动机（参看本刊第三期《涡轮喷气发动机的构造和分类》）的喷气射流噪声在一切工作状态下都占统治地位（飞机着陆时除外），这是因为在这种发动机中主要是靠高速的喷气速度得到大推力的。在推力与纯涡轮喷气发动机相同的风扇发动机中，由于增添了风扇部分，虽然增加了风扇叶片的噪声，但是，因为增添了涡轮来带动风扇，吸收了燃气中的大量能量，因而使喷气的射流速度大大降低，使射流噪声低很多，其总的噪声强度比纯涡轮喷气发动机低。

在高函道比的风扇发动机中，风扇中流过的空气比内函流过的气流大很多，带动风扇的涡轮消耗的能量更大，因而排气速度更低，与气流在风扇中产生的噪声相比，喷气射流的噪声则不是主要的。因为风扇产生的噪声是这种发动机噪声的主要来源，降低它的噪声则会使整台发动机的噪声大大降低。因此，目前在这种发动机中，一般均采用没有进口导流片的单级风扇，而且其出口导流叶片与风扇工作叶片的间距作的较大。尽量使叶片尾流引起的噪声降低一些。结果，这类发动机的噪声比低函道比涡轮风扇发动机还更低。目前已经使用的三轴式风扇发动机可以被认为是最安静的发动机。因为它的单级风扇是由单独的涡轮带动旋转的，风扇的的转速可以降低而不受约束，排除了高强度的噪声源。

飞机起飞时，发动机处于最大工作状态，发出的推力最大，喷气射流速度最高，噪声最大。同理，飞机着陆时，发动机处于小推力状态，喷气射流速度低，噪声较低。

由于喷气发动机的噪声是现代飞机的主要噪声源，因此，不仅在民用飞机的发动机上，采用各种类型的消声装置，降低发动机传播出来的噪声，而且在发动机的设计上，也尽量采取一些措施避免产生高强度噪声。可以毫不夸大地讲，从事喷气式发动机工作有关的人员都正在为降低每一分贝噪声而努力！

插图：温承诚　宋启宣

低函道比与高函道比　参看本刊第三期封三上的涡轮风扇发动机。流入风扇发动机的空气分成两部分，一部分空气通过风扇叶片根部流入压气机、燃烧室、涡轮、然后由尾喷管流出，这部分空气称为内函气流，流过的通道叫内函道。另外一部分空气由风扇叶片尖部通过，称为外函气流，它流过的通道叫外函道。外函气流量与内函气流量之比称为函道比，又叫流量比。

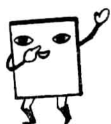
早期的涡轮风扇发动机，函道比都较小，一般约为0.6～1.5左右，称为低函道比。流量比大于2.5～3.0时就称为高函道比。现在比较先进的涡轮风扇发动机的函道比，已达到5～8，个别高的达到十。

紊流　气流的运动杂乱无章，并且出现旋涡和横向运动，叫紊流。

注　本文从物理学出发，取名为《飞机的噪声》，也可以按习惯称为《飞机的噪音》。

玻璃钢的特性与应用

王善琦



玻璃钢是第二次世界大战期间才出现的一种新型结构材料。它的历史虽短，但由于它具有多种的优越性能，目前在建筑、造船、机械、军需、化工、电器以及轻工业中已应用得相当广泛。今后，航空工业更是玻璃钢的"英雄用武之地"。

玻璃钢是一种塑料，不过不是一般的塑料，而是用玻璃纤维或它的织物（如布、带等）增强了的特种塑料，因此通常称为玻璃纤维增强塑料，我国习惯叫它玻璃钢。

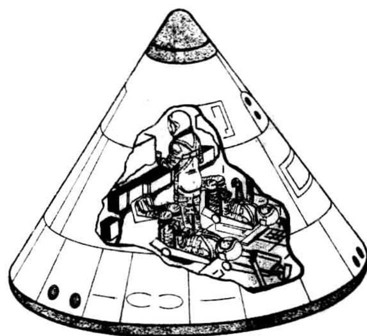
航空工业是最早使用玻璃钢的一个部门。三十余年来，玻璃钢在航空中的应用，无论在数量上，还是在品种上均获得了突飞猛进的发展。从一架飞机上最初仅有几个玻璃钢零件发展到今天要用上千个玻璃钢零件；从重量上只有几克重的电器元件发展到几百公斤重的火箭壳体或整个机身；从短时间飞行的战斗机到飞行时间较长的运输机，从低速的直升飞机到超音速的喷气飞机，甚至火箭、导弹和宇宙飞船都广泛地采用了玻璃钢。这一切都显示了玻璃钢在航空中的地位异常重要，它决不仅仅是作为减轻重量或改进性能的代用品，而已成为某些航空产品不可缺少的关键性材料。

我国的玻璃钢工业是在一九五八年大跃进年代里诞生的。在党的独立自主，自力更生方针的指引下，经过十几年的努力，目前已建立起初具规模与适应自己特点的玻璃钢生产和研究体制。玻璃钢新产品的研制、应用与推广，在我国航空工业中，与在其他工业部门中一样，也有较快的发展。

下面来谈谈玻璃钢的一般特性和它在航空中的一般应用。

比重小、比强度高

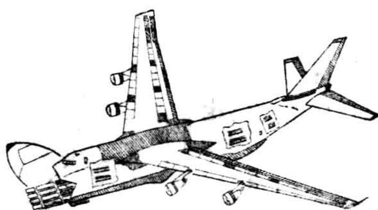
作为上天的材料，首先要考虑的是比强度即强度与比重的比值越高越好。要比强度高，只是强度高还不行，比重必须要小。例如一种合金钢的抗张强度为每平方毫米一百八十五公斤，它的比重为七点九，所以它的比强度等于抗张强度除以比重，即等于二十三。又如铝合金的比重虽然较小，为二点七，但抗张强度为每平方毫米才五十一公斤，所以比强度等于十九。而玻璃钢在常见的结构材料中比强度最高，单向玻璃钢可达到七十四，因为它不但比重小，仅一点九，而且抗张强度高，每平方毫米达一百四十公斤。可见，玻璃钢是一种比较理想的航空材料。采用高比强度材料对减轻飞行器重量、节省燃料、提高航速与增加航程都是非常有益的。例如一架喷气式飞机减轻一公斤重量，在一小时飞行中就可节省零点八至二点二公斤的燃油。如果宇宙飞船增加一公斤重量，则要多花几万元的费用。按目前最好的水平，玻璃钢在一架飞机上的用量可达到使飞机的重量减轻四分之一到三分之一。如果用玻璃钢制做远程导弹第一、二级火箭发动机壳体，不但重量会减轻二分之一，射程也将增加一倍半。因此，在航空生产中能用玻璃钢代替金属的地方，就尽量采用。目前玻璃钢在飞机上的用量平均占飞机重量的百分之三到五，而在火箭、导弹和宇宙飞船中有一半的材料是玻璃钢。

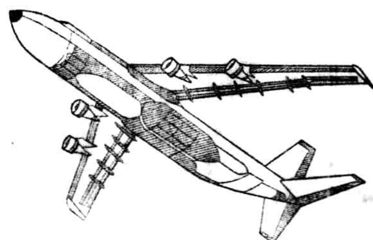


宇宙飞船顶部和底部的保护层也用了玻璃钢

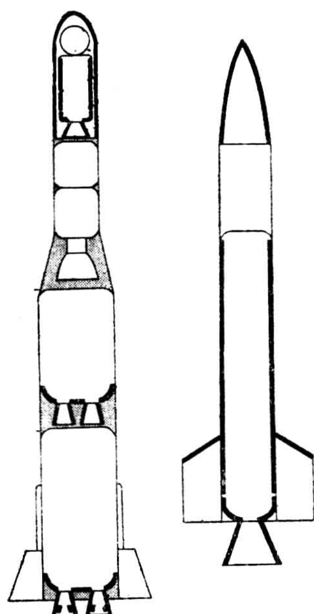
优异的电气性能

玻璃钢是电的理想绝缘体。用它做绝缘材料一是效率高，可使绝缘层厚度减小百分之三十；二是耐高频、耐电击穿性能好，可提高电器设备的精确度与寿命。在玻璃钢电气性能中特别宝贵的是透过高频





这架大型飞机的雷达罩、方向舵、升降舵、机翼前后缘、机身整流罩等（用斜线表示）是用玻璃钢做的。



人造卫星运载火箭和一般导弹火箭的壳体、头锥、喷嘴等(图中用粗线表示)是用玻璃钢做的。

电磁波能力非常强。因为玻璃钢对高频电磁波的反射和能量吸收极少，所以透过率很容易达到百分之九十以上。如同玻璃对光线一样，玻璃钢是高频电磁波很好的透明体。与此相反，金属材料只能辐射，而不能透过这种电磁波。因此，玻璃钢从诞生那时起就成了微波雷达罩的特定材料。至今飞机、导弹上的雷达罩几乎全是用玻璃钢制造的。

独特的耐热性

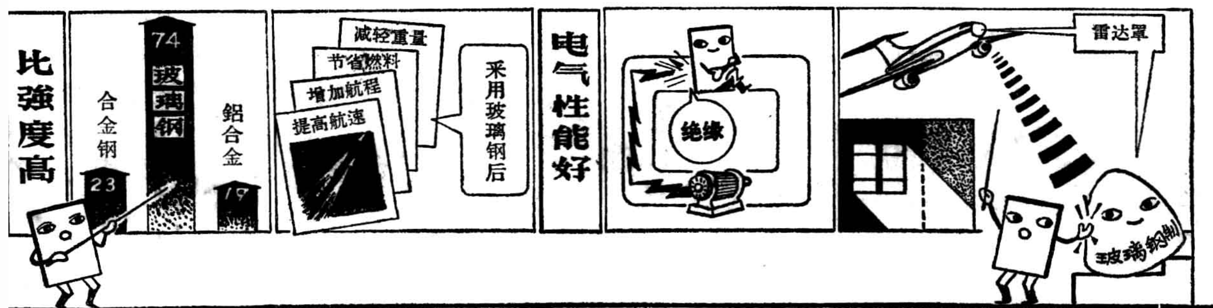
玻璃钢是以有机物质为基的材料，耐热性自然不如金属。目前最好的玻璃钢只能在摄氏二百五十度到三百度下长期使用。但是航空材料的耐热性一般都具有短时间特点。一次高温飞行少则几秒、几分钟，多则不过几小时。这一点对玻璃钢很重要。因为玻璃钢也是热的绝缘体，它的传热系数为金属的百分之一到千分之一。有人实验过，将同厚度的玻璃钢板和金属钢板件置于摄氏二百度下受载，当中心点温度到达摄氏二百度时前者要一百分钟，而后者只要两分半钟。这说明，玻璃钢在高温下，保护机体内部系统的正常工作比金属来得优越；同时随着温度升高，玻璃钢强度的损失也比铝合金来得小。

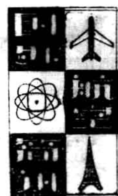
特别应当强调，玻璃钢还具有一种独特的耐烧蚀性。大家知道，当导弹、宇宙飞船或将来的航天飞机回到地面之前再入大气层时，由于“热障”可使表面温度剧增到摄氏二千到五千度。火箭发动机产生的高温也有摄氏三千度左右。这时，大部分材料都要立刻熔化或蒸发掉。实践表明，玻璃钢可以很好地起着保护作用。例如“阿波罗”的指挥舱在返回大气层时，虽然表面温度高达摄氏二千八百度，但用玻璃钢保护着的舱内温度却维持在摄氏二十四到六十度之间。玻璃钢的烧蚀过程是这样的：当它受到高温气流的冲刷时，先由有机物质分解出大量的气体带走大量的热量，剩下的是坚固密实的炭化层。然后炭化层再逐渐地被烧蚀掉。厚度方向的烧蚀速度一般为每秒零点二毫米。这就是说，如果船体通过大气层的时间为一分钟，那么玻璃钢的保护层的厚度要十几毫米就够用了。

成型工艺性与整体性好

衡量一种材料的实用价值，除了它的性能外，还应注意到成型的工艺性。否则性能再好，难于或不能制成产品还是无济于事。因此，玻璃钢容易加工成型是它被广泛应用的另一个重要因素。为什么玻璃钢的成型工艺性好？因为它是一种塑料，具有可塑性。玻璃钢通常是由可流动的有机树脂和颇柔软的玻璃纤维(或其织物)掺合而构成的。当树脂凝固后，玻璃纤维就镶入树脂中间，因而玻璃钢可以很方便地依靠模具成型，不需要复杂的工艺装备。至于成型方法既简单又灵活，一种产品可用几种方法成型，或用机器压制、缠绕，或用手工裱糊。选择适当的方法，有利于改进产品的性能。

所谓整体性好是指可一次成型一个大型组合部件或外形、曲面以及厚度多变的复杂制件。例如整体成型可以把象飞机机身或机翼这样的大部件做成整体硬壳或夹层结构。据最近报导，用整体成型制成了一个面积约一百平方米的下机身大型玻璃钢整流罩。它本来是由五十多个大小、曲面和外形不同的嵌板件所组成。不难看出，整体成型不仅节省了大量装配与机械加工工时，使成本大为降低，而且使结构零件的数量减少，避免了由接头与接缝而引起的应力集中。一枚玻璃钢





『能源危机』与被迫失业

近几个月来，资本主义世界笼罩着一片所谓『能源危机』。美国垄断资本家一面趁机哄抬物价，大发横财；一面借口燃料缺乏，大量解雇工人，以便更残酷地剥削压榨劳动人民的血汗。

据美国《新闻周刊》透露，到今年一月，已经有十七万五千多名工人，被老板赶出了大门，成了这场所谓『危机』的牺牲者。这个数字是由美国劳工部统计的，显然大大地缩小了。实际因这个借口被迫失业的人数，远远不止此数。失业者当中，有一大批是航空部门的职工。

例如，这家周刊报道说，美国环球航空公司一名副驾驶员，一天突然接到公司的通知，简单地告诉他，由于航空燃料不足，他被裁掉了。他替这家公司已经飞了六年，结果一张纸条就被赶出了机舱。他气愤地说：『什么能源危机！统统是骗局。实际上今年喷气客机燃油库存量比去年还要多。』泛美航空公司一位二十三岁的女乘务员也被解雇了。她是这家公司一千二百名空勤人员中首批被赶走的一个，她说：『我知道这种做法的真正原因并不是没有油，而是老板存心利用这个机会取消一些不大赚钱的航线班次。我曾经在一架波音-747客机上服务过，有一次整架飞机上只有三十九名旅客，而这架飞机本来能够搭乘三百多名客人。』另外一名联合航空公司的驾驶员对这一点就说得更明白。他今年三十三岁，已经替这家公司飞了七年，最近失业了，他说：『他们这样做，是想取消一些班机，好让剩下的班次象运牛的车厢那样把旅客塞满。』英国的《飞行》杂志也报道说，去年十二月，美国联合航空公司已经裁减了一千多职工，其中包括三百名驾驶员。

火箭发动机壳体比金属的要节省三分之一加工费和二分之一材料费。

优良的耐冲击性与耐振动性

随着飞行速度的提高，对材料的耐冲击与耐振动性的要求更加苛刻。例如喷气飞机的尾锥，由于高频声波的振动疲劳，金属材料（结构）已不能胜任了。玻璃钢是一种韧性材料，坚而不脆，加上它的制件又具有整体性，不存在象铆接或焊接结构中的大量接头与接缝，所以玻璃钢制件的耐振动疲劳和冲击的能力大大优于金属材料（结构）。玻璃钢尾锥的寿命可提高几十倍。玻璃钢起落架不但能承受较大的冲击载荷，而且还有减振作用。

除上述特性外，玻璃钢还具有很好的耐化学腐蚀性，这对制造航空用耐燃料或耐盐雾的产品特别适宜，如燃油箱、水上飞机的螺旋桨和轮毂等。

在航空中的一般应用

玻璃钢在航空中的应用十分广泛，归纳起来有以下几类产品：

一、主要受力件：其中包括飞机机翼、机身及其骨架、螺旋桨、直升机的旋翼与尾桨、火箭发动机壳体、宇宙飞船的保护层、雷达罩、高压容器等。前两者目前用得尚少，仅限于靶机、无人驾驶机和小型飞机上。其余都用得比较普遍，特别是雷达罩、高压容器以及螺旋桨已有定型产品。

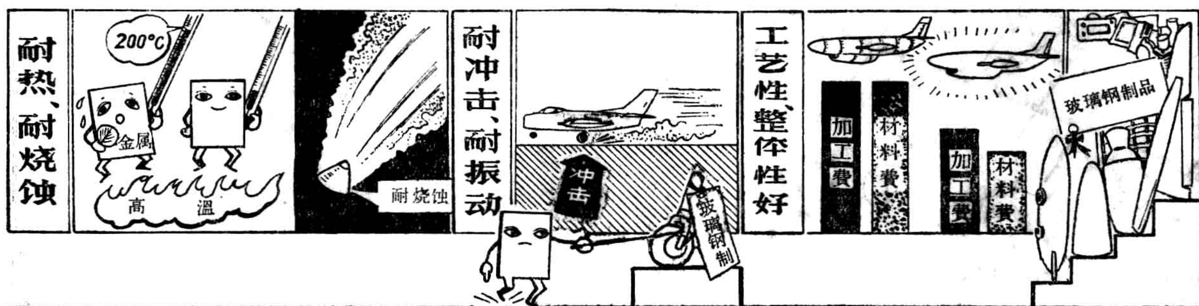
二、一般受力件：常见到的有火箭喷嘴、导弹头锥、副油箱、各种整流罩（蒙皮）、主尾翼的前后缘包皮、副翼、升降舵、方向舵、防冰隔板、舱门、壁板以及发动机的压气机叶片与短舱等。

三、非受力件：这里主要指飞机内部的电气系统、附设系统和装饰系统中的各种小型零件，此项产品用量甚大。

玻璃钢虽说优点很多，但并非十全十美。主要缺点是弹性模量较低，耐磨性、长期耐热性与耐久性也较差，加上产品设计和检验尚欠成熟，因而在一定程度上限制了玻璃钢的应用。

然而，正在发展中的新型复合材料，如碳纤维复合材料、硼纤维复合材料等更能发挥不同材料的优点，克服玻璃钢的种种缺点，并构成一种更加理想的结构材料，因此深受人们重视。有人预言，随着复合材料的发展，航空结构材料一定会进入一个新的时代。

题图：俞统武　插图：章振业



本期封底

警戒雷达天线

本栏解说：刘逵印　赖克里

警戒雷达，是防空战士的“眼睛”。它日夜警惕地监视着祖国的领空和海疆，随时观察警戒范围内的全部空中目标，及时发现入侵之敌，并粗略测定出空中目标的坐标位置，以便向防空指挥中心报告空中的飞行形势。

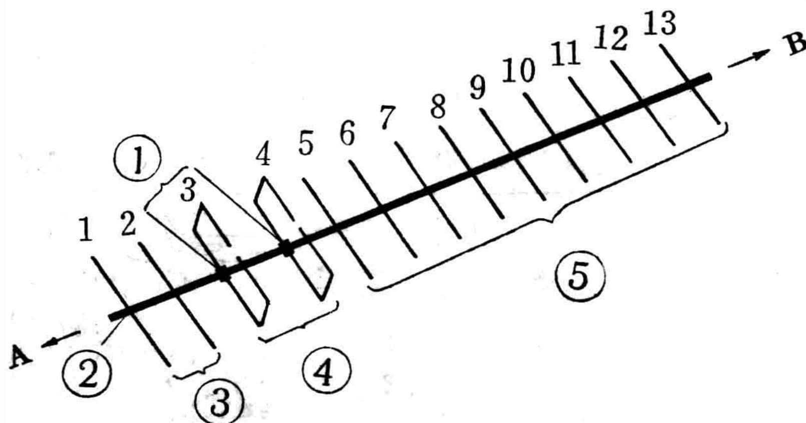
警戒雷达主要由以下几个部分组成：定时器、发射机、天线开关、天线、接收机和显示器。其中，天线是用来把电信号以电磁波的形式定向辐射出去，并把空中目标所反射回来的回波信号接收进来。天线就成为雷达电波的出入口。

任何一部雷达都有一个最大的作用距离，超过这个距离，空中目标的回波信号，经常被噪声干扰所“淹没”，在荧光屏上不能发现。另外，警戒雷达的天线总是架设在地面上，天线发射出去的电磁波，会受到地面的反射；虽然可以尽量把天线架设得高一些，但总会受到地形限制，使雷达不易发现某些区域内的目标，也就是存在一个技术上的“盲区”。为了克服上述不足，一般要把多部雷达结合在一起，构成雷达警戒网，每一部单独的雷达都是这个警戒网的一个组成部分。

本期封底照片所表现的就是一座海防雷达站的一角。金色的太阳从东方升起，迎着灿烂的朝霞，英雄的雷达兵爬上了高大的雷达天线，精心地对天线进行维护，保证雷达正常运转，警惕地捍卫着伟大社会主义祖国的边防。

读者们在照片上所见到的雷达天线，是一种轻便型警戒雷达的天线，称为同相“波道”型天线阵。这个天线“阵”是由若干相同的“波道”型天线组合而成的。

组成天线阵的每一个“波道”型天线，又包括若干有源及无源的振子天线（参看附图）。图中1至2两个振子不与雷达收发机连接，称为反射器。3至4两个振子接到雷达收发机上，并与金属撑杆绝缘，我们称之为有源折合振子。5至13这九个振子也不和收发机相接，被称为引向器。所有振子都平行地排列在同一平面内，并同金属撑杆相垂直。反射器的作用是减少电波磁向B方向的逸漏，引向器的作用是使由折合振子发出的电磁波尽可能地集中于图中箭头A的方向。引向器愈多，辐射的电磁波就愈向箭头A的方向集中。但是，电磁波集中的程度不是随引向器数目增加成正比的增加，而是随着引向器数目增加，每后一个引向器所起的作用都较前一个为弱。而引向器数目的增多，又使天线设计和调整变得困难。因此，当引向器达到一定数量后（通常最多为十来个），如果还要求电磁波向A的方向进一步集中，也就不再采取增加引向器数目的办法了。



上图：一个波道型天线构成部分的示意图
①绝缘子　②金属杆　③反射器　④折合振子　⑤引向器

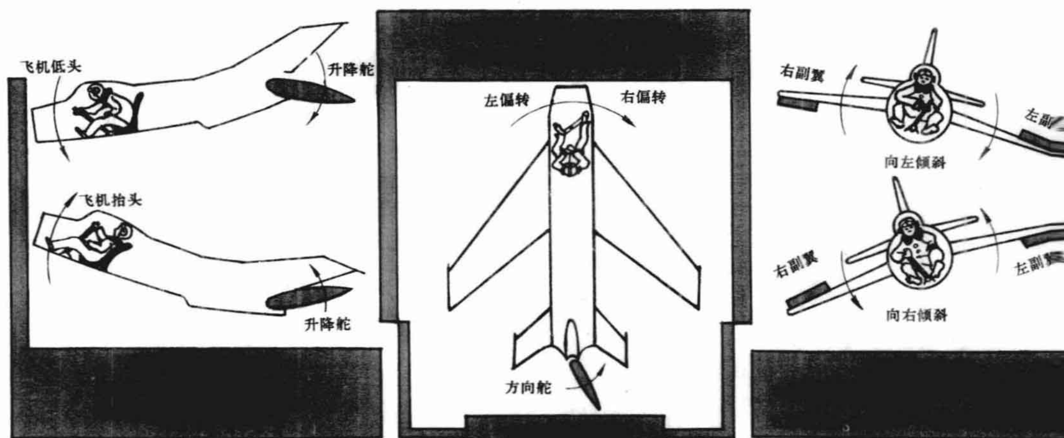
实验证明，如果将若干相同的“波道”型天线以同一垂直面为基准，横竖成行地，按一定间距排列为一个同相阵，就能使发射机发出的电磁波，在箭头A的方向有更大程度的集中，从而提高了雷达的有效作用距离，同时也提高了被测目标的角鉴别力。照片上的雷达天线就是所说的这种天线。

警戒雷达因设计不同，天线也不同，有的采用抛物面天线，有的采用相控阵天线。但是，同相“波道”型天线阵同前二者相比，则具有轻便，易于拆装，易于转移，易于维修，造价低廉等优点，缺点是结构牢靠性较差。

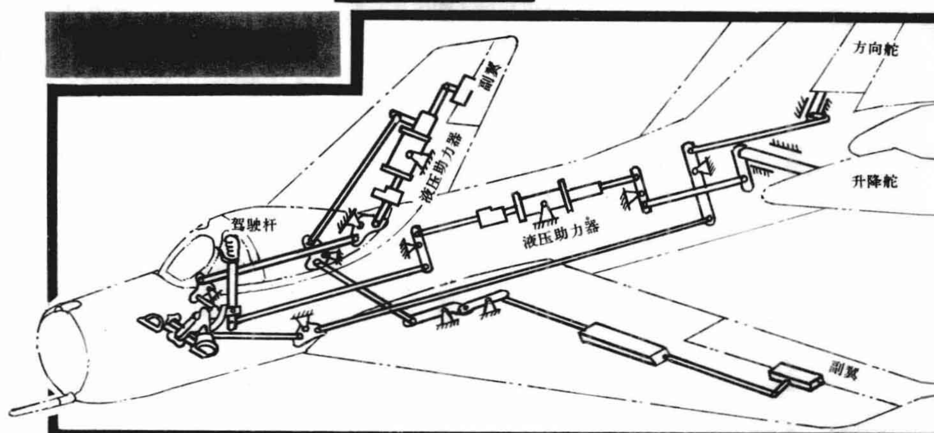
解放以来，在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国已经制造出多种性能优良的雷达，大大地增强了我国的国防力量。如果侵略者胆敢来侵犯，那就逃脱不了早已布下的天罗地网。

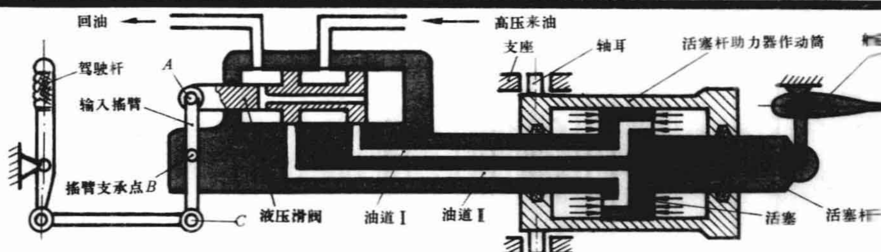
封底这张照片，是记者采访空军某部雷达兵七连时拍摄的。为了获得较好的构图效果，先用黑白负片拍摄战士维护天线的情景，然后在同一角度用彩色负片拍摄朝霞，再把两张负片重叠起来进行彩色放大。

液压助力器

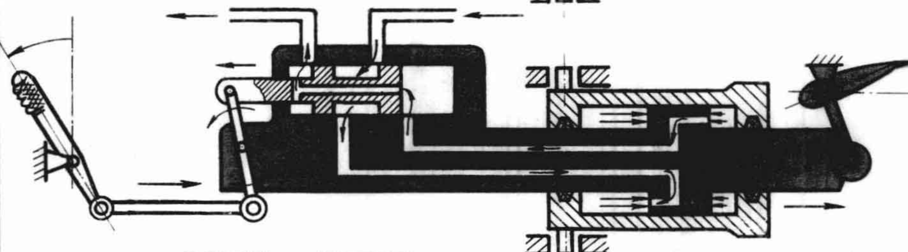


助力器是一种用液压、电动或冷气作为动力，协助駕駛員来带动舵面的机构。其中液压助力器应用最广，电动助力器一般只作应急用。它是在改善飞行員的工作条件，提高飞机操纵性和稳定性，增强安全性、可靠性以及实現操纵自动化的过程中产生和发展起来的。

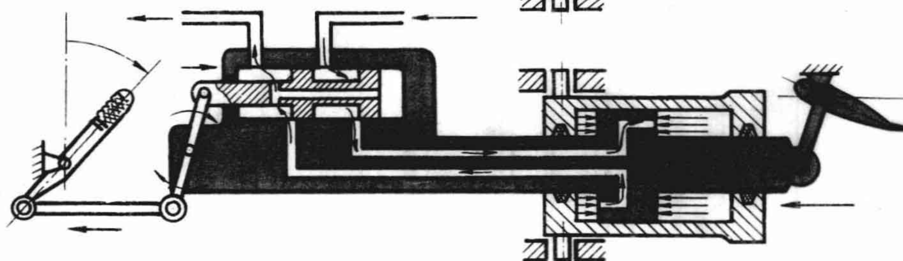




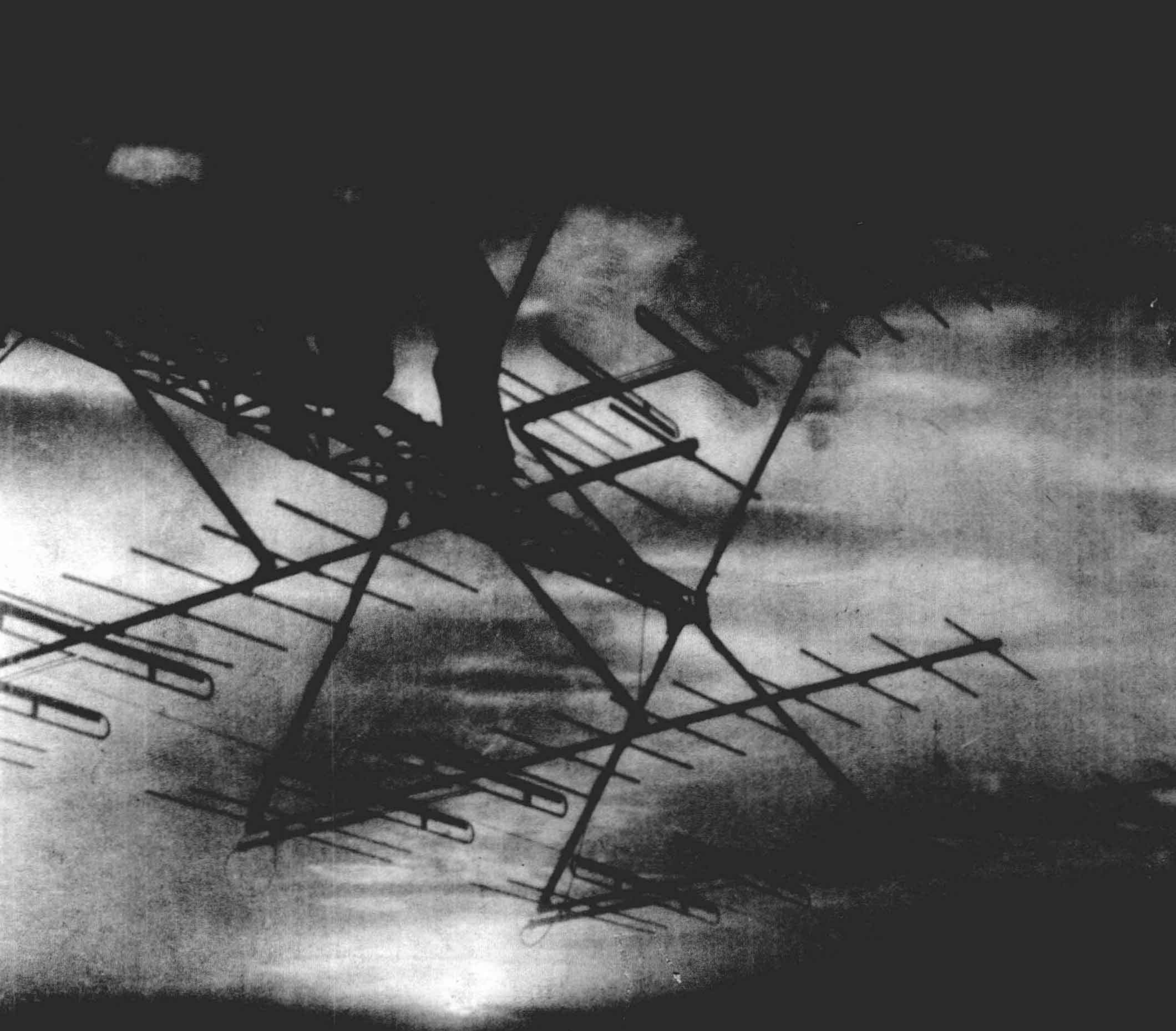
右上图　驾驶杆在中立位置时



右中图　驾驶杆向左偏转时



右下图　驾驶杆向右偏转时



Hangkong Zhishi

航空知识







摄·影·新·作



彩练当空舞

任明福摄影

攻击

刘峰摄影

毛主席语录

这次无产阶级文化大革命，对于巩固无产阶级专政，防止资本主义复辟，建设社会主义，是完全必要的，是非常及时的。

航空知识

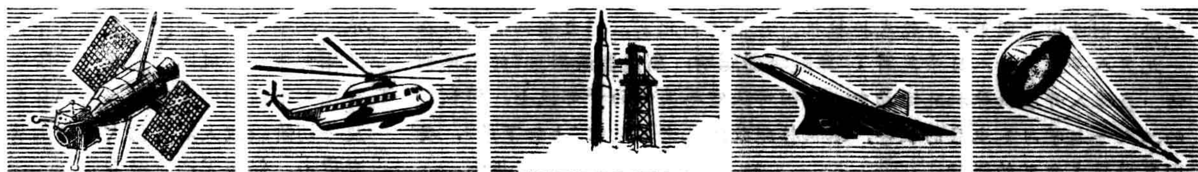
一九七四年五月号目录　五月一日出版

在这一期

在深入开展批林批孔斗争中，联系现实的阶级斗争、两条路线斗争的大是大非问题，重要内容之一，就是要解决正确对待无产阶级文化大革命的问题。本期发表的王志跃同志写的文章，愤怒批判林彪反党集团疯狂攻击无产阶级文化大革命，妄图复辟资本主义的罪行。

春季是植树造林的大好季节。今年开春以来，人民解放军空军部队和民航总局各专业飞行大队，积极开展航播工作，广大空地勤人员在执行任务的过程中，认真看书学习，和当地群众一起开展革命大批判，狠批林彪和孔孟之道，促进了航播任务的完成。本期《播种造林，绿化祖国》和《民航飞机护林忙》等文章，介绍了飞机造林和护林的一些情况。

编辑　中国航空学会航空知识编辑委员会
出版　航空知识杂志社
地址：北京市学院路
印刷　北京新华印刷厂
北京胶印厂
发行　北京市邮局总发行，全国各地邮局订购
代号：2-410　印数：210,500　定价：0.20 元



无产阶级文化大革命完全必要非常及时

空军某部飞行大队长、一等功荣立者 **王志跃**

林彪疯狂反对无产阶级文化大革命，恶毒地把无产阶级文化大革命以来欣欣向荣的社会主义事业，诬蔑为“危机四伏”、“停滞不前”，这和孔老二诬蔑当时的社会大变革是什么“礼崩乐坏”、“天下无道”完全是一路货色。林彪和孔老二都是咒骂革命大好形势的反动派。

毛主席亲自发动和领导的无产阶级文化大革命，粉碎了以刘少奇和林彪为头子的两个资产阶级司令部，锻炼了群众，教育了干部，促使我们整个社会主义革命和建设事业出现新的跃进，农业连年丰收，工业生产不断发展，社会主义新生事物层出不穷，各项工作都沿着毛主席的革命路线前进。斗争的实践使我们深刻地认识到：”**这次无产阶级文化大革命，对于巩固无产阶级专政，防止资本主义复辟，建设社会主义，是完全必要的，是非常及时的。**”就拿我们部队来说，在无产阶级文化大革命中，广大指战员认真学习马、列著作和毛主席著作，深入批判刘少奇的反革命修正主义路线，部队建设取得了显著成绩，战斗力得到了迅速提高。一次，有一架敌机悍然入侵我国领空，企图趁机破坏无产阶级文化大革命。我和战友们接到战斗命令后，立即起飞，把敌机打得凌空爆炸。在保卫无产阶级文化大革命中，我们部队先后击落入侵我国领空的敌机六架，胜利地保卫了无产阶级文化大革命。这是无产阶级文化大革命的伟大胜利，是毛主席革命路线的伟大胜利，是对林彪否定无产阶级文化大革命的无耻谰言的有力批判！

早在建国前夕，毛主席就告诫全党“**帝国主义者和国内反动派决不甘心于他们的失败，他们还要作最后的挣扎。在全国平定以后，他们也还会以各种方式从事破坏和捣乱，他们将每日每时企图在中国复辟。这是必然的，毫无疑义的，我们务必不要松懈自己的警惕性。**”二十多年来，我国的无产阶级专政，就是在复辟与反复辟的斗争中巩固和发展起来的。毛主席总结了国内外无产阶级革命的历史经验，亲自发动和领导了无产阶级文化大革命。无产阶级文化大革命，是无产阶级专政下继续革命理论的重要组成部分，是毛主席对马列主义的一个重大发展。事实证明，只有发动广大工农兵、革命干部和革命知识分子，起来揭露那些公开的、隐蔽的资产阶级代表人物，批判资产阶级的反动学术“权威”，批判资产阶级和一切剥削阶级的意识形态，改革教育、改革文艺、改革一切不适应社会主义经济基础的上层建筑，才能粉碎阶级敌人复辟资本主义的阴谋，巩固和加强无产阶级专政。国内的地、富、反、坏、右和国际上的帝、修、反，对无产阶级文化大革命都怕得要死，恨得要命，进行了恶毒的攻击。他们的代理人林彪怀着对无产阶级文化大革命的刻骨仇恨，躲在阴暗的角落里，书写“悠悠万事，唯此为大，克己复礼”的条幅，妄图颠覆无产阶级专政，复辟资本主义。阶级敌人愈是攻击无产阶级文化大革命，就愈说明这场革命搞得对，搞得好。

我们一定要认真重温毛主席在无产阶级文化大革命中的一系列指示，深刻认识无产阶级文化大革命的伟大意义，巩固和发展无产阶级文化大革命的伟大成果，粉碎林彪及一切阶级敌人对文化大革命的恶毒攻击，保卫无产阶级专政。



一九五七年，丹东五一八拖拉机配件厂的广大职工，自力更生，解放思想，制造出我国第一台轮式拖拉机。喜报传到北京，伟大领袖毛主席在一九五八年五月十八日亲笔写了“**卑贱者最聪明！高贵者最愚蠢**”的光辉批语。在深入开展批林批孔运动中，沈阳部队空军某部的干部战士，同该厂的工人一起学习毛主席的教导，狠批林彪效法孔老二鼓吹“上智下愚”，妄图复辟资本主义的罪行。 沈空新摄影

深入批林批孔　促进航播工作

播种造林　绿化祖国

人民解放军空军部队和民航总局各专业飞行大队认真贯彻执行毛主席关于『**绿化祖国**』的指示，陆续派出飞机为林区播种造林。他们去年超额完成了预定的播种造林任务，今年开春以来，又在福建、广东和四川等地播种造林一千多万亩。去年播下的松、杉种已长成小苗，今年播下的松籽已开始发芽、出土。

空军和民航参加航播的空地勤人员在为林区播种造林的过程中，深入开展批林批孔，促进航播工作。今年的初春在广东、广西十二个播区执行航播任务的民航某飞行大队，出发前全体人员狠批了林彪『克己复礼』的反动纲领，决心为绿化祖国作出贡献。在执行航播任务过程中，他们还挤时间看书学习，并与当地植树造林指挥部的工作人员一起开展革命大批判，用革命大批判促进航播任务的完成。在短短的一个月里，他们共派飞机六百多架次，圆满完成了上级预定的播种造林任务。空军某部二中队是第一次接受播种造林任务，任务重，航播技术生疏。在困难面前，部队党委首先组织空地勤人员认真看书学习，狠批林彪鼓吹的反动唯心史观，激发指战员们为革命勇于实践的精神。技术复杂，他们除向兄弟单位取经学习外，还发动群众出谋献策，开展技术研究和技术互助。为了掌握林区情况，党委组织空地勤人员深入林区调查研究，请林区人民群众和干部介绍情况，共同制定航播实施计划和飞行方案，很快使全中队的同志熟悉林区特点，适应了播种工作，掌握航播的规律。他们在党支部领导下，大干苦干了五十天，出动飞机三百一十二架次，为林区播种造林一百零一万亩。

播种造林季节性很强，飞行难度较大。参加航播的空军和民航的空地勤人员不怕困难、不畏艰险，表现了吃大苦，耐大劳和连续作战的革命精神。空军某飞行部队在一个山区执行航播任务。这里的奇峰异岭，耸入云霄，山势高低差很大，加上天气经常阴雨，云雾常常覆盖着山峰。可是，飞行员们坚持克服困难，顽强战斗。在福建执行航播任务的民航某飞行大队的飞行员和地勤人员，密切配合，采用了稳驾低飞等有效方法，克服地形和气候给航播带来的重重困难，在一个多月的时间里撒下了几十万斤松种，造林面积达一百多万亩。

空军部队和民航派飞机为林区播种造林，受到了林区各族人民群众的赞扬。在云南西部山区，一位六十多岁的白族老大爷，捧着用斗笠接到的几粒自天而降的树种，激动地说：『我要把它带回去，种在家门口，让子孙万代永远不忘毛主席的恩情！』老革命根据地福建才溪播区的广大贫下中农和社员群众，在航播的日子里，仰望长空，心潮激荡。他们回忆起旧社会国民党反动派对才溪人民烧杀抢掠，造成家破、人亡、山光的惨景，看到现在毛主席、党中央派来飞机播下幸福种，绿化荒山的情景，激动地说：『毛主席恩情比山高，比海深。我们一定要紧跟毛主席干革命，把批林批孔斗争进行到底，坚持社会主义道路，把社会主义江山建设得更加美丽！』

·新华社记者报道·

*　*　*　*

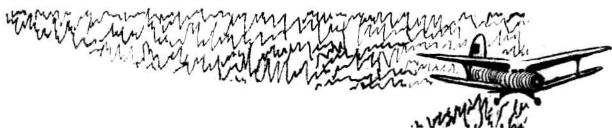
提高警惕　保卫祖国

人民解放军空军广大指战员，牢记毛主席关于**“帝国主义者和国内反动派决不甘心于他们的失败，他们还要作最后的挣扎”**的教导，积极开展批林批孔运动，反复学习党的基本路线，深入批判林彪与孔孟之道，揭露林彪反革命修正主义路线的极右实质，提高了战备观念，促进了战备工作的落实。

指战员们狠批林彪鼓吹“两斗皆仇，两和皆友”的反动谬论。大家认识到，孔老二宣扬“中庸之道”，目的是不许奴隶们起来造反；林彪鼓吹“两斗皆仇，两和皆友”，目的就是要我们同帝、修、反讲“和”，同被打倒的地主资产阶级为“友”，好让他们卷土重来，颠覆我国无产阶级专政，复辟资本主义。我们一定要坚持马克思主义的斗争哲学，为巩固无产阶级专政，保卫祖国神圣的领空，严格训练，严格要求，随时准备粉碎帝、修、反的侵略活动。

为了充分作好战斗准备，迅速歼灭敢于来犯之敌，他们经常通过各种形式演练部队的战斗作风，做到一声令下，随时出航。本期封面这张照片，就是在空军某部空、地勤战士的一次演练中拍摄的。拍摄时采用日光型彩色反转片，胶卷感光度为十九度，快门速度一百二十五分之一秒，光圈十一，加一号黄滤色镜。





民航飞机护林忙

苏 国 新

在祖国的山区林海，带有“中国民航”标志的飞机，从空中喷药灭虫，播种造林，为绿化祖国、建设山区做出了贡献。以下这篇通讯，介绍了民航八零九四机组一心为林业服务的事迹。

民航某飞行大队八零九四机组的全体同志，遵照伟大领袖毛主席**“备战、备荒、为人民”**的号召，长年战斗在林业第一线。人民群众哪里需要，他们就飞向哪里。为绿化祖国、保护森林资源，为社会主义建设作出了贡献。

“群众的需要，就是我们的志愿”

“我们要想人民群众所想，急人民群众所急。人民群众的需要，就是我们的志愿。”这是机组同志的豪言壮语和行动准则。每当个人利益与集体利益发生矛盾时，他们都以工作为重，积极地完成党交给的各项任务。去年七月，浙南山区茂密的松林突然发生松毛虫灾害。为了帮助当地贫下中农扑灭这场“不冒烟的火灾”，上级决定派出民航飞机喷洒灭虫药物。

民航某飞行大队党委接到任务后，研究决定把这一紧急任务，交给刚刚飞行训练回来的八零九四机组。说来也实在不巧，偏偏在这节骨眼上，机长王久平同志的爱人和孩子病了，很需要人照料，怎么办？老王心想：“眼下的灭虫任务，如同战斗消灭敌人一样紧迫，晚去一天，郁郁葱葱的松林就有被毁坏的危险。家里有病人需要照料，可贫下中农更需要我去灭灾。共产党员应该以大局为重，个人利益服从集体利益。”老王愉快地接受了任务，回到家中，爱人听说他又接受了新任务，马上要出发，感到有些突然。老王便向爱人说明了任务的性质和自己的想法，然后深情地说：“解放前，我是个给地主放牛的穷孩子。解放后，是党和毛主席把我培养成人民的飞行员。人民正需要我出力的时候，我怎能只看到自己的家庭，而不顾人民的利益啊！”爱人听后，觉得他讲的在理，激动地说：“对！你去吧，可不能辜负党和毛主席的培养和人民的希望啊！我在家里有医生治疗，有领导和同志们的关心和照顾，你也就放心好了。”爱人的支持，使老王心里更踏实，完成任务的信心更足了。这个机组的小苏同志，也不顾自己生病发烧尚未完全恢复健康，坚决要求跟随机组飞往山区参加护林的战斗。他们到达林区以后，在整个机组团结努力和当地群众的积极配合下，危及松林成长的松毛虫害，终于被消灭了。

为人民不怕远征难

去年三月，八零九四机组的同志们接受了去一个林场的播种任务。机组的同志们根据过去工作的经验知道：“胜利在空中，保证在地面；地面没方案，空中会乱转。”地面勘探地形的工作不过细，飞机播种过程中，就会出现漏播或重播，勘探工作好坏，直接影响林播质量的好坏和飞行安全。同志们决心同当地人民群众一道，首先把地面勘探工作做好。

打开航行地图，林场就在群山之中，最高的达一千三四百米，最低的也有五六百米。飞行员们来到林场，只见群山高耸入云，山坡小道蜿蜒崎岖，光秃秃的山上尽是乱石和稀松的泥土。要爬这样的山，真是不容易的事情。可是，困难难不倒人民的飞行员。大家发扬勇敢战斗和连续作战的作风。一口气爬完了十座山。当他们准备去爬那一千三百多米的高山时，刚来到山脚下，天气突然变化了，滚滚的乌云围住了整个群山，挡住了人们的视线，无法进行勘探，只好回来了。

第二天，同志们再次向高山发起**“进攻”**。攀到半山腰，浓雾又从山顶压下来，又没能完成任务。

看到这个情况，机组同志们和贫下中农都十分焦急。晚间，同志们学习了毛主席关于**“绿化祖国”**、植树造林的指示，通过座谈讨论，增强了完成任务的信心。

他们不顾连续爬山的疲劳，次日凌晨，再次向高山进军。冬末的寒风一阵阵地吹来，上山的小道又陡又滑，攀登时，一步一滑，深一脚，浅一脚。爬着爬着，棉衣穿不住了，背心也湿透了，抬头看看山

顶，还有将近一半的路程。这时，机组同志们感到两腿发麻，腰也酸了，但是同志们想到红军爬雪山、过草地的革命精神，看到身边的贫下中农精神饱满，大步走在前头，受到很大鼓舞。机长老王满怀革命豪情地对大家说："同志们，革命先辈和贫下中农为我们作出了榜样，我们要**下定决心，不怕牺牲，排除万难，去争取胜利**。"

经过几个小时的紧张战斗，终于以最快的速度，爬上了山顶。机组同志们仔细地观察了周围的目标，认真地画出了草图，圆满地完成了勘探任务。在机组同志和当地贫下中农、林场工人的共同努力下，播种任务又顺利地完成了。

为人民服务就要完全彻底

皖东山区，群山起伏，一个初春的清晨，阳光秀丽。八零九四机组来到这里，参加另一场灭虫战斗。他们大胆谨慎地驾驶着银鹰，聚精会神地观察着每个山头、沟壕。

"红旗！"驾驶员小苏首先发现了信号。

"开闸！"机长老王豪不迟疑地回答。

顿时，从飞机上喷撒出来的药物，形成一条银白色的雾带，把飞机与绿色的林海连接在一起……

飞行回来，林区群众纷纷前来报喜：效果很好，撒了药以后，树上的松毛虫就纷纷落地了。但也有的群众反映，有的地方杀虫效果不太好。

这个季节正是松毛虫繁殖旺盛时期，如不彻底根治，不到两米高的小松树苗，要不了几天，叶子就会被松毛虫吃光，那将会给国家带来多大的损失啊。为了找出为什么有的地方杀虫效果不好的原因，机组的同志们遵照毛主席"**我们的责任是向人民负责**"的教导，跟当地人民群众一起，进行了分析研究，又对药水的浓度、质量以及飞机上喷嘴的口径大小，都进行了认真地检查，结果表明这些方面并没有什么问题。

第二天，天刚蒙蒙亮，机组的同志分成两部分，一部分同志和林场同志一起，带着尺子、高度表和爬山用具上了山，另一部分同志驾驶飞机继续喷撒农药。这样，一部分同志在空中注意观察，一部分同志在地面现场实地观察，空地配合检查效果。检查的结果，还是表明飞行高度、飞行路线和喷撒药物，都符合要求。原因还是没有找到，怎么办？

同志们聚精会神地分析着。"……**对于所论的矛盾不真正了解，就不可能有中肯的分析。**"毛主席的教导给他们提供了解决问题的钥匙，大家决定再次上山实地调查。

刚下过雨，路又泥泞，穿着棉裤和雨鞋，每走一步，都得花很大的气力。同志们豪迈地说："再大的困难也吓不倒用毛泽东思想武装起来的革命战士。我们要尽快找出原因，完全彻底全部干净地消灭松毛虫！"

翻过一座山，又过一座山。同志们认真仔细地查看每一颗小松树上有没有松毛虫。问题终于找到了，原来是因为有的信号不明，有的地形不规则，有些地方就没有撒到药。问题找到后，机组的同志们立即研究了具体措施。在林场同志密切配合下，对灭虫效果较差的地区全部进行了补充喷撒。

晚霞映上天空，给林海涂上一层金色。银色的飞机，拖着一条长长的白色飘带，在林海上空飞翔……松毛虫害被扑灭了，人们向着飞行员挥舞双手，齐声高呼："毛主席万岁！万万岁！"



随着社会主义建设事业的发展，加强边疆和山区的建设，我国民航飞往边疆地区和高原山区的国内航线也在不断发展。例如从四川成都到西藏拉萨，沿途丛山峻岭，交通很不方便。解放后，党和政府十分关心边疆建设，不仅修筑了川藏公路，而且开辟了航线，在号称"空中禁区"的西藏高原修建了机场。目前，在成都——拉萨航线上，每周有四次班机往返，乘飞机只要两个半小时就可以从拉萨飞到成都。图为藏族同胞和工农兵旅客正在登上民航班机。

飞机仪表的发展概况

齐　　力

本文简要地介绍目前国外飞机仪表发展的概况。内容包括：显示综合化；采用带式仪表；采用数字显示；发展电子显示器与采用计算机五方面的问题。

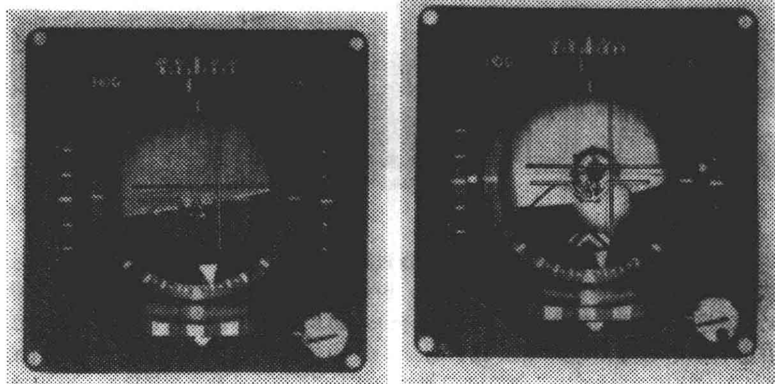
随着航空科学技术的迅速发展，飞机的性能在不断提高。现代飞机的任务复杂，设备繁多，驾驶员负担很重，因而对飞机仪表提出了越来越多的新要求。希望用尽量少的仪表为驾驶员提供更多、更精确、更易于理解的定量信息，以及指出各种设备，包括仪表本身工作状态的定性信息，同时，信息要直观，尽量减少驾驶员进行的心算。当仪表出现故障时，要有明显的"告警"标志，引起驾驶员重视。

过去飞机上使用的单用途的、分立式的、用圆形刻度盘和指针指示的仪表，判读不便，拥挤庞杂，很难适应于现代飞机的需要。

飞机仪表要能适用于高性能的飞机，必须克服许多矛盾，解决显示的分散性、形象化与易于判读等一系列问题。目前飞机仪表的发展大致可分下列几个方面：

显示综合化　仪表显示的综合包括把不同飞行数据信息用一个显示器显示和在显示器中引入相应的指令信号两方面。驾驶现代高性能的飞机，必须知道很多信息，又希望仪表的数量尽量减少。为了解决这一矛盾，出现了航道罗盘、指引地平仪等。指引地平仪能显示飞机的俯仰、倾斜、转弯及侧滑等信息，并且能显示出需要的指令信息。当仪表出现故障时，还能显示出故障"告警旗"。

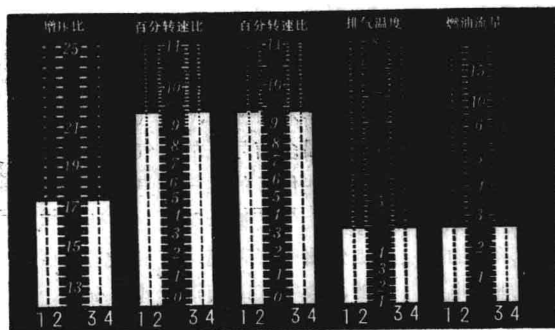
图一是一种"牛眼"式指引地平仪，能显示多种信息，并有两种工作状态：一是飞机着陆时进场的工作状态，采用"牛眼"将信息集中综合显示出（见图一右图）；二是飞机巡航的工作状态，"牛眼"隐入内部，简化成常用的指引地平仪（见图一左图）。航道罗盘是在一般陀螺磁罗盘的基础上加上显示无线电信号的部分而构成的。它不仅能指示磁航向，而且能指出到导航台的距离，有的还能给出航向指令信号。



图一　"牛眼"式指引地平仪

采用带式仪表　带式仪表可以扩大读数范围，提高精度，便于引入指令。所以带式仪表很早就开始研制了。带式仪表可以制成指示高度——升降速度、空速——M数等，但这类带式飞行仪表由于结构复杂、可靠性低、成本昂贵等缘故，飞机上还是较少使用。带式发动机仪表却具有着特殊的优点，就是多台发动机的同一被测参数用一个仪表便可同时显示出来，可以判断各个发动机工作是否正常。图二所示就是用一组指示器同时显示四台发动机的五个被测参数——压力比、排气温度、燃油流量、两个百分转速比。当这五个参数为理想值时，五根指针在水平线上成一直线，当其中任何一针偏离水平位置时，说明它工作不正常了，这种仪表还具有体积小、重量轻、节省仪表板安装面积等优点。

采用数字显示　最近大规模集成电路与数字技术发展很迅速，



图二　带式发动机仪表示意图

飞机仪表采用这些新技术，可以使仪表的显示直接用数字表示出来。图三所示为一数字式燃油耗量指示器。这种数字式燃油耗量指示器与数字式燃油油量表一起使用。它的每一数码字的显示是利用七杆技术组合而成的，就是每一位数都是利用七根杆形电发光器件来任意组合成十个数码字。数字式显示仪表最大的缺点，是被测参数变化的趋势不能看出。

发展电子显示器　电子显示器是目前飞机仪表发展的一种趋势。它是利用电子学与光学领域内的新成就发展起来的。电子显示器与数字计算机的结合，可能使飞机仪表得到一次革命。最近发展的电子显示器有：

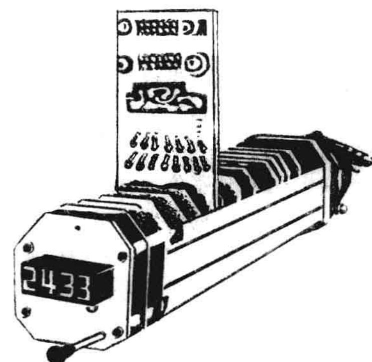
平视显示器，平视显示器是在飞机瞄准具基础上发展起来的新型航空仪表。图四左是它的外形图，图四右是平视显示器的光学系统图。这种显示器的设计思想是将要显示的信息显示在驾驶员向外平视视线的前方，这样驾驶员在观察座舱外界景象的同时，还可看到显示器上显示的信息，而用不着低下头来判读仪表板上的仪表指示，避免了驾驶员交替观察座舱内外时，视力需要一、二秒钟的过渡时间才能看清物体的缺陷。一、二秒钟的时间虽然很短，但对高速飞机来讲，已经飞过几百米的距离了。

电子平视显示器是将所需要显示的信息，如飞行姿态、高度、速度、M数等输入到波形发生器进行处理，经过阴极射线管变成荧光屏上的图象、符号与数字，然后再经过一套光学系统投射到风挡玻璃前一块反光镜上，形成以外界为背景的透明指示。

另有一种平视显示器是利用伺服系统驱动刻度带，再由光学系统将刻度带上变化的符号投影到显示光镜上。这种平视显示器就不是电子式的了，而是机电式的。

平视显示器可以显示多种信息，使驾驶员观察方便，缩短扫视时间，而最大的优点是减轻驾驶员的工作负担与疲劳。但若座舱外背景亮度很强时，判读就要受到影响；阴极射线管的质量也要求较高。

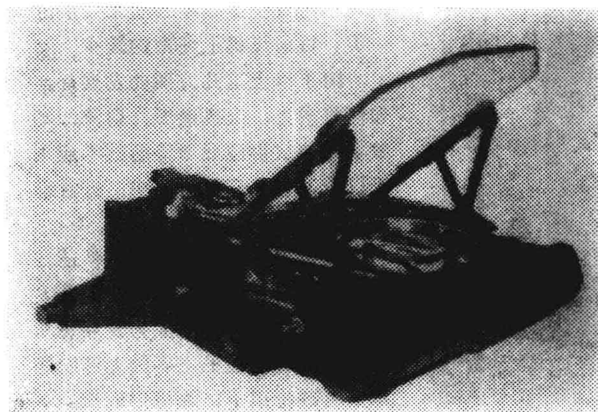
电子指引地平仪，电子指引地平仪是在阴极射线管的基础上发展起来的新型显示器。其基本原理是将需要显示的信息通过波形发生器与阴极射线管变成荧光屏上的图象、符号与数字。可与电视摄相机、红外探测器及雷达交连使用。

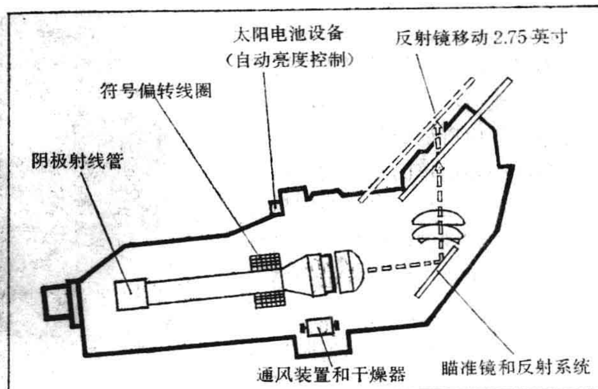


图三　数字式燃油耗量指示器

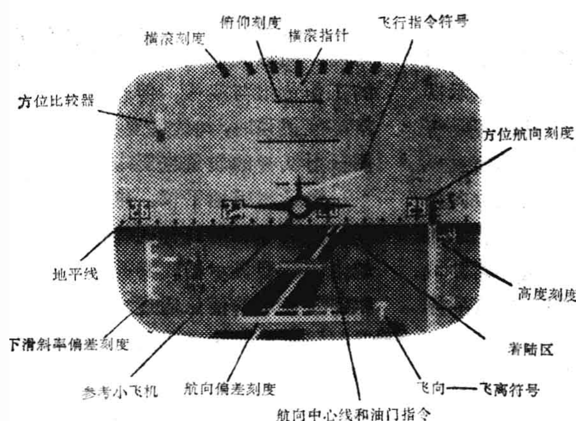
在起飞着陆时能将外场的真实图象呈现在荧光屏上，形成全景显示，增加显示的真实性和立体感。飞机着陆时，驾驶员不必向外观察，就可以看到飞机着陆的真实情况。电子指引地平仪如图五所示。

电子指引地平仪充分利用了阴极射线管的优点，不仅用更形象的





图四　平 视 显 示 器



图五　电子指引地平仪

画面逼真地显示出飞机的姿态，而且用符号和数字精确地显示出有关参数的量值。

电子指引地平仪具有综合程度高，能显示较多的信息，实现信息抑制，能反映外界实况、空中交通管制信息以及选择灵活等优点。

活动地图显示器　这是一种最直观的导航仪表，主要用于飞机区域导航或航线导航。目前使用的机电式活动地图显示器如图六所示。它是由光源、胶片传动装置、棱镜组、放大镜和显示器组成。是先将飞机飞越地区的地图拍摄在胶片上，飞机飞行时利用伺服机构驱动胶片，再利用光学系统将运动的胶片上地图图形投影到显示器上，而表示飞机的标志固定在显示器中央不动，这样就出现了飞机在地图上飞行的感觉。据称，利用这种设备，不但可以清楚地了解飞机所在的位置和航向，而且能显示出飞机在战斗过程中所处的状况。

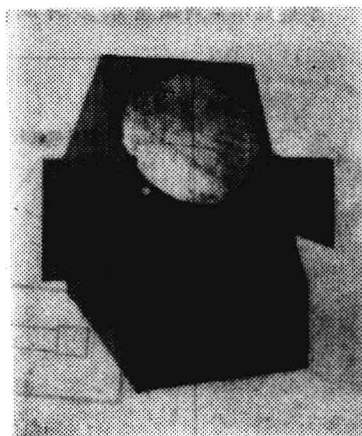
还有一种简单的机电式活动地图显示器，是用伺服机构分别驱动专用的航空地图图纸和代表小飞机的记录笔，飞机飞行时，记录笔在航空地图上留下飞机的航迹。

电子式活动地图显示器是先将摄好的地图存储在磁带上，再通过电子设备将磁带上存储的地图显示在荧光屏上。不过这种活动地图显示器目前尚处在研制试验阶段。

多功能显示器　多功能显示器的作用原理与电子指引地平仪的一样。这种显示器主要是用来显示发动机的被测参数和气象参数的，而且是以曲线的形式显示出来，也可以是数字符号，图象和图表。目前也是处在研制试验阶段。

采用计算机　飞机仪表的发展一方面要解决显示问题，另一方面也要解决信息源（数据源）与计算装置问题。信息源与计算装置既能将输出信号传给各种飞机仪表，也能将输出信号传给各种机载系统，如自动驾驶仪、发动机控制系统与导航系统等。所以对信息源与计算装置的要求是集中化、精度高与可靠性好。目前飞机上使用的大气数据计算机就是这种信息源与计算装置的一种。

大气数据计算机通过测量大气的静压、动压、大气总温与迎角等参数，经过变换、修正与计算，就能输出高度、指示空速、真空速、M数、大气密度、大气静温与真迎角等很多信号。故大气数据计算机是这些信号的唯一信息源。



图六　机电式活动地图显示器

大气数据计算机在高性能飞机上使用得很普遍。有机电模拟式的、数字式的与混合式的三种。

机电模拟式的发展较早，主要是通过传感器测出大气的静压、动压与总温等，再经过机电解算装置变换成高度、空速与M数等信号。目前飞机上使用的大多是这种类型。

由于数字计算机发展非常迅速，故近来积极发展数字式大气数据计算机。数字式大气数据计算机也是先用各种传感器测出大气的静压、动压与总温等参数，不过它是通过数字计算输出高度、空速与M数等信号的。数字式大气数据计算机中的压力传感器大部分均采用固态压力传感器，而计算装置则采用数字计算机。所用的数字计算机有两种：一种是专用数字计算机，它的计算速度快，结构较简单，但适应性差，积累误差大；另一种是通用数字计算机，它的适应性强，积累误差小，但其计算速度较慢，结构比较复杂。实际使用主要根据适应性和计算速度来决定采用哪种类型计算机的。

混合式大气数据计算机是将模拟技术与数字技术结合起来发展的一类。目前飞机上使用的较少。

除了以上这几方面的发展外，如何将激光、全息摄影、射流、场致发光与放射性元素等新技术应用于仪表，也在广泛研究中，并且有的已经取得成效。

飞机仪表的发展与飞机性能的提高有着密切的关系。为了充分发挥飞机的性能，必须大力发展飞机仪表。让我们在毛主席的无产阶级革命路线指引下，为祖国的航空事业努力奋斗吧！



飞机"眼睛"的保护镜——雷达罩

王善琦

有人把雷达比作是飞机的"眼睛"。人们为了保护眼睛不受外界的刺激和损伤，常常要带上各种保护镜。不难想象，飞机在空中飞行时，自然更需要保护自己的"眼睛"……

当你走近一架飞机时，你往往会发现，在机头蒙皮上有一块用特别的颜色标记出来的部分。通常这就是气象雷达、航行雷达或截击雷达的保护罩，即雷达罩。雷达罩既是雷达系统的一个组成部分，又是飞机的一个组成部分，所以雷达罩性能的好坏不仅直接影响雷达的性能，而且也要影响机身的强度和气动力特性。对于飞机雷达罩有哪些基本性能要求，又如何满足这些要求呢？下面来谈谈这个问题。

电气要求

在雷达罩的各项要求中，电性能是主要的，设计时，需要特别加以考虑。大家知道，雷达就是利用天线发射电磁波，并接收目标反射的回波来探测目标的距离与方位的。电磁波在均匀介质中呈直线传播，当它遇到不同介质分界面时，就要产生反射与折射，同时在介质中传播还会有一定的能量损耗。雷达天线发射的电磁波要通过雷达罩(图一)，因此首先希望透过罩子的能量愈多愈好，损耗愈小愈好。透过的功率与入射到罩子上功率之比的百分数称为透波系数。通常，雷达罩的透波系数不低于百分之九十五。其次是雷达罩对所用频率的电磁波不应有过大的反射。因为反射不仅造成雷达发射电磁能的损失，而且还会在雷达馈线中形成驻波，使某些部位出现过压击穿现象，使雷达不能正常工作。此外，若罩子的局部反射严重时，还可能使雷达接收机输出虚假信号，造成探测的错误。一般所允许的最大反射系数应小于百分之几，在可能的条件下，愈小愈好。第三是雷达罩不应使天线辐射图形（雷达发射的电磁能在空间分布的图形）有明显的失真，尤其是波束相对罩子有相对运动时，更要注意。以上三方面是对雷达罩提出的主要电性能要求，这三项要求要靠合理选材，设计和制造来满足。

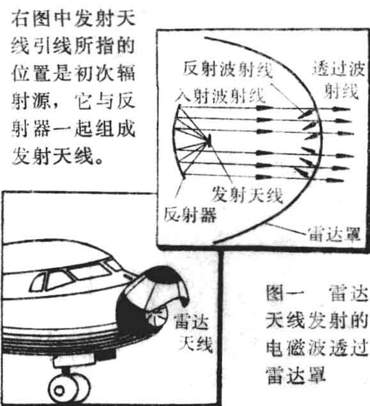
机械要求

在飞机起落和飞行过程中，总会遇到风雨、冰雹、砂土、高速气流的袭击。在这种情况下，如不把机载雷达的天线保护起来而暴露于外部，不仅雷达无法正常工作，而且从飞机的气动力特性考虑也不允许。雷达罩既然是机载雷达天线的一种保护罩，就必须具有足够的强度与刚度。要有足够的强度，是为了能经得住较大的应力。要有足够的刚度，是为了在较大的应力下变形很小。当然，对于部位、大小和形状不同的雷达罩来说，这两项指标要求亦不一样。一般对位于机头前部的大型雷达罩的要求更高。飞机在飞行中，雷达罩受到的外力作用比较复杂，在多数情况下弯曲力可能是主要的。因此，在雷达罩的机械性能中，抗弯曲刚度应居首位。否则，可能引起较大的变形，不仅直接影响飞机的气动力特性，而且也使雷达的电性能受到损害。

气动要求

雷达罩是机体蒙皮的一个组成部分，因此在电性能允许的条件下，罩子外形设计必须考虑空气动力的要求。作为机头雷达罩的外形，常见的有四种：圆球和椭球形雷达罩(图二)，对亚音速和跨音速飞机比较适宜，而鼻锥形和二级锥形的雷达罩(图三)，则在超音速飞行时对减小阻力更为有利。

必须指出，由于电磁波通过不同外形的雷达罩时入射角范围不同，因而由此引起的反射效果也不一样。圆球形和椭球形（即垂直入射时）设计较为简单。鼻锥形和二级锥形（即倾斜入射时）电磁波入射角变化较大，罩上各点反射不



图一 雷达天线发射的电磁波透过雷达罩

同，电气设计较为复杂。

材料选择

要得到一个满意的雷达罩，选材颇为重要。例如介质损耗一项，若选材不适当，任你怎么设计，都不能减少。无机材料和氧化铝陶瓷虽然具有耐高温、耐雨蚀、损耗小等优点，但也还有缺点，即比重大、介电常数大、抗弯强度低，成型工艺和原料来源也不如玻璃钢，成本要高于玻璃钢雷达罩十倍。所以，至今尚未广泛应用，仅在导弹上偶而采用。

历史上第一个有机材料丙烯酸树脂制造的天线罩是在一九四一年出现的。有机材料并非都很理想。如早期使用最多的胶合板，其吸湿性较大、因而介电常数变化不定。后来采用聚苯乙烯泡沫塑料代替，虽说吸湿性和电性能改进很大，但强度、耐热性又较差。实践证明，用有机树脂浸渍玻璃纤维或其织物制成的玻璃钢雷达罩可以较为全面满足电气、机械、热学等性能的要求，是一种较理想的雷达罩。

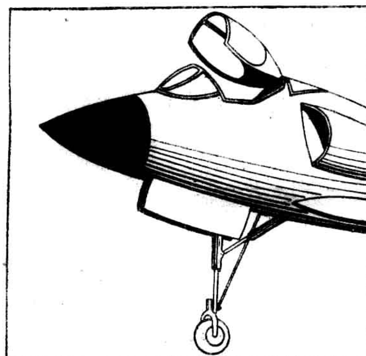
玻璃钢所以具有这样优异的电性能，主要是由于有机树脂对电磁波反射小，介电损耗也小。然而，单纯用有机树脂则强度差，必须加入更坚强的物质作为抵抗张力的增强体。目前大量采用的增强体是玻璃纤维。

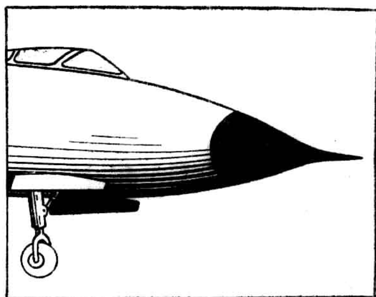
构造设计

雷达罩的壁结构有两种类型：一是单层（实芯）壁；二是多层（夹芯）壁。对于单层壁雷达罩的设计首先遇到的矛盾是电气与机械方面的要求难得兼顾。

雷达罩对电磁波反射的大小，除了和材料有关外，壁厚的影响甚大。在材料选定后，为了把对电磁波的反射减至最小，罩壁通常采用远小于波长的特定厚度，即薄壁结构。但是壁薄了，就难以满足强度与刚度的要求。雷达罩越大，这种矛盾就越尖锐。同时，罩壁的特定厚度又和波长、入射角范围有很大关系。例如，在中等入射角和使反射功率不超过百分之十的情况下，对十公分波长的雷达罩壁厚为一点二毫米，对三公分波长则为零点三六毫米。显然，这样的厚度不但无法保证足够的刚度和强度，就是在制造上也是非常困难的。因此，薄壁结构只适合于小型或较长波段天线罩使用。

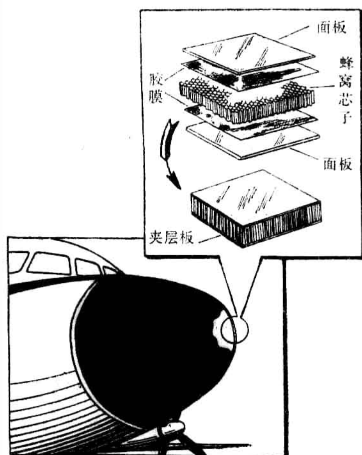
有人曾采用加强筋的办法来提高薄壁雷达罩的刚度，但是这些筋条不能经过电磁波的入射区域，否则由筋条引起的能量反射与衰减将对电性能有严重影响。

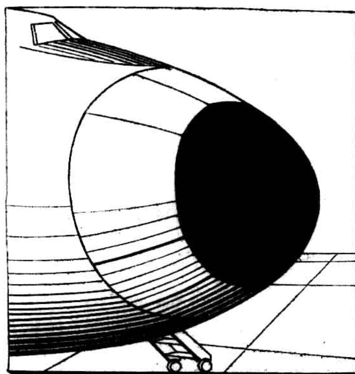




图三　上为鼻锥形雷达罩；下为二级锥形雷达罩。

为了解决上述矛盾和适应更高的电气要求，在一九四三年就出现了一类新型的多层（夹芯）壁的结构设计。其中最流行的是三层夹层结构。这种结构的特点是采用了低密度、低介电常数（即低反射）和低介质损耗的蜂窝芯子或泡沫塑料做中间夹层，两面是玻璃钢面板（见图二左）。这种玻璃钢蜂窝夹层结构具有如下优点：一、夹层厚度对反射的影响很小。这样，通过薄壁面板和中间夹层厚度的调节，可以满足雷达罩电性能方面的种种要求。二、壁反射受波长、入射角范围的影响较小，因此，适用于较宽的入射角范围和较宽的频带。三、刚度大。实验表明，把厚度为 t 的玻璃钢薄板改为两片 $\frac{1}{2}$ t 厚的薄壁，胶合在一块三倍 t 厚的蜂窝芯子上，则弯曲刚度可提高三十六倍。四、比重更小，一般为同厚度的实





图二　左为椭球形雷达罩，它是蜂窝夹层结构；上为圆球形雷达罩。

体玻璃钢的二分之一到三分之一。

雨蚀问题

玻璃钢雷达罩在使用当中最突出的问题是抗雨蚀性较差。雷达罩的外表面经过高速雨滴的浸蚀会出现严重的机械损伤，进而引起电磁波的乱反射。速度越高，雨滴浸蚀越厉害。如果飞机速度较低，可用氯丁橡胶涂层加以保护。但是，当飞机超过音速时，由于橡胶经受不住高温，在雨中飞行几分钟后雷达罩就被浸蚀的不能再使用了，因而只好绕过雨区飞行。据报导，近来采用无机陶瓷做防护层效果很好，同时还可提高雷达罩的耐温性。

雷达罩是一个多功能器件，它的性能好坏不仅对雷达有重大影响，而且对飞机气动力性能也有较大的影响，因此，在选材、设计和制造时必须综合各种要求全面考虑。

随着航空科学技术的飞速发展，新型飞机不断出现，对雷达罩的要求也越来越高，这就要求不断地发展雷达罩的设计理论、制造工艺和研制新的材料。

·俞统武插图·



成都市举办航模训练班

本刊讯 为了进一步贯彻毛主席的无产阶级体育路线，促进同学们德、智、体的全面发展，丰富学生的课余生活，推动航模运动的开展，成都市航模辅导站在市体委的领导下，于今年一月十九日到二月十日举办了中、小学航模训练班。

这次训练班分两期同时进行，训练项目有弹射、二级牵引、三级牵引模型滑翔机、自由飞、直升、线操纵特技、竞速、飞盘、无线电遥控模型飞机等九个项目。参加训练班学习的有十七所小学和十四所中学的学生及部分小学教师，共九十六人。其中年龄最小的学生只有十岁。

参加训练班的师生认真进行了批林批孔文件的学习，积极投入了批林批孔斗争，在斗争中，提高了执行毛主席革命路线的自觉性。

在航模训练中，教练讲解认真，学员学习刻苦。同学们热情高，干劲大，钻研精神强。有的同学在制作直升模型飞机时，由于资料不足，便自动到图书馆翻阅资料，绘制图纸，终于制作成功，经过三十多个起落的飞行，飞行高度达五百米左右，情况良好。参加线操纵特技模型飞机训练的男女同学，不怕路远，顶风雨、冒严寒，按时参加学习，同时认真锻炼身体，战胜在初学特技飞行中出现的头昏眼花的困难。

训练中，教练和学员发扬理论联系实际的作风。在机场试飞过程中，同学们充分利用已学的知识对自己亲手制作的模型飞机进行调整试飞。教练采取了通俗易懂的方法，实地讲解，收效较好。有的同学的模型飞机乘上升气流向远方飞去，同学们就紧追不舍，有时直追出机场十里远。在特技和竞速训练场上，也呈现着严肃活泼的训练场面。马达轰鸣，模型飞机上下起伏，小运动员集中精力地操纵着特技模型的飞行。通过实际操作训练，参加竞速模型的学员基本上能单独操纵快速的竞速模型飞机了。

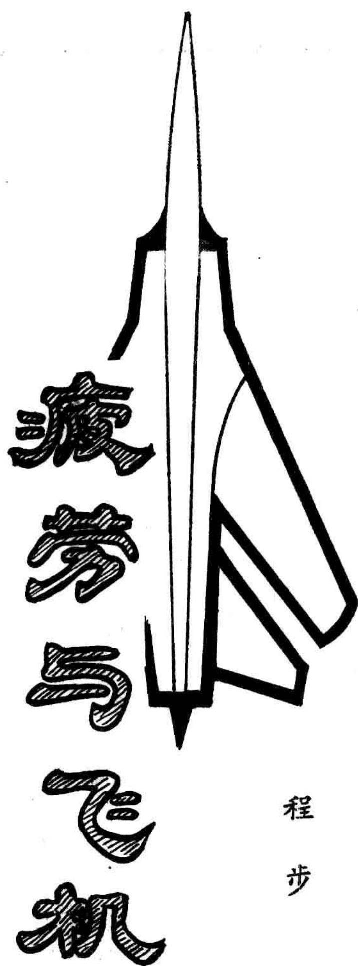
通过半个多月的训练，学员们制作了二百多架弹射模型滑翔机，七架二级牵引模型滑翔机，四架三级牵引模型滑翔机，一架自由飞模型飞机，二架直升模型飞机，八架特技模型飞机，二架竞速模型飞机，一个飞盘。还在原有基础上完成了二架无线电遥控模型飞机的制作。这不仅增添了同学们航模理论知识，而且大大提高了制作模型飞机的技能和飞行技巧。

在训练期间，训练班还组织了参加学习的小学教师进行座谈，交流了在学校开展和辅导航模活动的经验。

训练班为丰富同学们的生活，还进行了小型竞赛活动和兰球友谊赛。同学们普通反映，通过学习，提高了路线觉悟，巩固和扩大了知识领域，渡过了一个愉快而有意义的寒假。

在训练班结束时，同学们表示，回校后，要积极参加批林批孔运动，在毛主席的无产阶级体育路线指引下，把航模运动进一步开展起来。

（钟卓）



疲劳与飞机

程 步

"疲劳"这个词，人人都很熟悉，但是可能有的人却没有想到疲劳与飞机有这样密切的联系。本文对疲劳现象及防疲劳措施作一简单介绍。

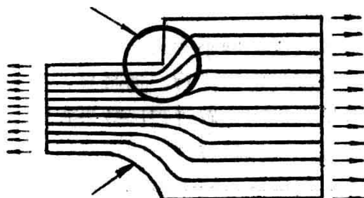
五十年代初，世界第一种喷气式旅客机开始飞行。但是不久，这种由英国研制的取名为"彗星号"的飞机接连传来失事的消息。一九五四年在地中海上空有两架因机身爆炸，坠入海中。这样惊人的事故引起航空界很大的震动。经过对事故飞机的残骸进行研究的结果，发现事故的原因是"疲劳"。

在反复载荷连续作用下，在远小于金属材料本身的静强度时，构件突然破坏的现象，常常叫做疲劳破坏。

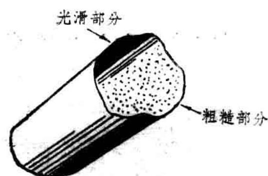
原来，不仅人的肌肉在连续运动后会疲劳，金属在反复载荷连续作用下也会疲劳。但是这两种疲劳有本质的不同。肌肉疲劳后，经过休息可以得到消除，金属如果疲劳就会引起破坏。因为在反复载荷作用下，金属的承载能力比单次能承受的力要低。其承载能力一般随承载次数增加而下降，直到大约连续承载一千万次至五千万次后，才稳定在一个较低的数值上。再增加承载次数，金属承载能力基本不再变化。这个可以承受多次反复载荷的应力，叫做材料的"疲劳极限"。一般钢材的疲劳极限只有静强度的百分之三十五至百分之六十。飞机结构所普遍使用的铝合金，只有静强度的一半左右。对于在近代飞机上大量采用的高强度铝合金则更低，为百分之三十至百分之四十。

如果在设计中让构件承受的应力低于疲劳极限，构件可以认为具有无限寿命。其实并不是永远不坏，只是说明它的寿命基本上不受载荷次数的影响。其它如腐蚀、磨损等因素仍然会使它在一定时期受到破坏。由于疲劳极限比静强度低得多，所以，如果构件设计以疲劳极限为依据，那么，对于静强度来说，构件就具有很大的"安全系数"。

一般的地面机械，设计时都有较大的安全系数。因此，疲劳问题不很突出。（但是对某些零件如齿轮、转轴等的设计，仍须特别注意疲劳问题）。在飞机设计中，重量过重将使飞机性能显著恶化，减轻重量是飞机结构设计的突出要求。因此，大部分构件不能用疲劳极限作为应力极限来设计。特别是近代飞机飞行速度快、航程远，更多地在不良气候下飞行，又要求更长的使用寿命，从而使得飞机承受各种载荷反复作用的次数大为增加。这样，防疲劳就成了飞机设计中突出的课题。

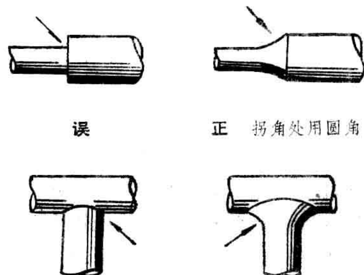


图二



图一 疲劳断口示意图

人们知道，飞机的结构在飞行中必须承受一定的载荷。人们第一次制成的飞机在制造时，用作机翼翼梁的竹竿，就曾架在两张椅子背上，由制造者用身体压一压，以试验这根竹竿的强度，即承受静载荷的能力。近代飞机试制后也要做静力试验。静强度不满足要求的结构，会在试验中破坏（折断、拉断或连接件解体等），警告设计和制造的人们：这个结构需要加强才能飞行，而耐疲劳性能不好的结构怎样呢？在静强度试验中，它完全可以承受预定的载荷。但在多次飞行使用中，它会在某处产生裂纹。在飞机继续使用中，这种裂纹会不断扩展。如果人们没有察觉这种隐患，那么构件就会在使用中某个没有预料到的时刻突然崩溃。因此，疲劳破坏有着暗中逐渐进行的性质，很使人担心。



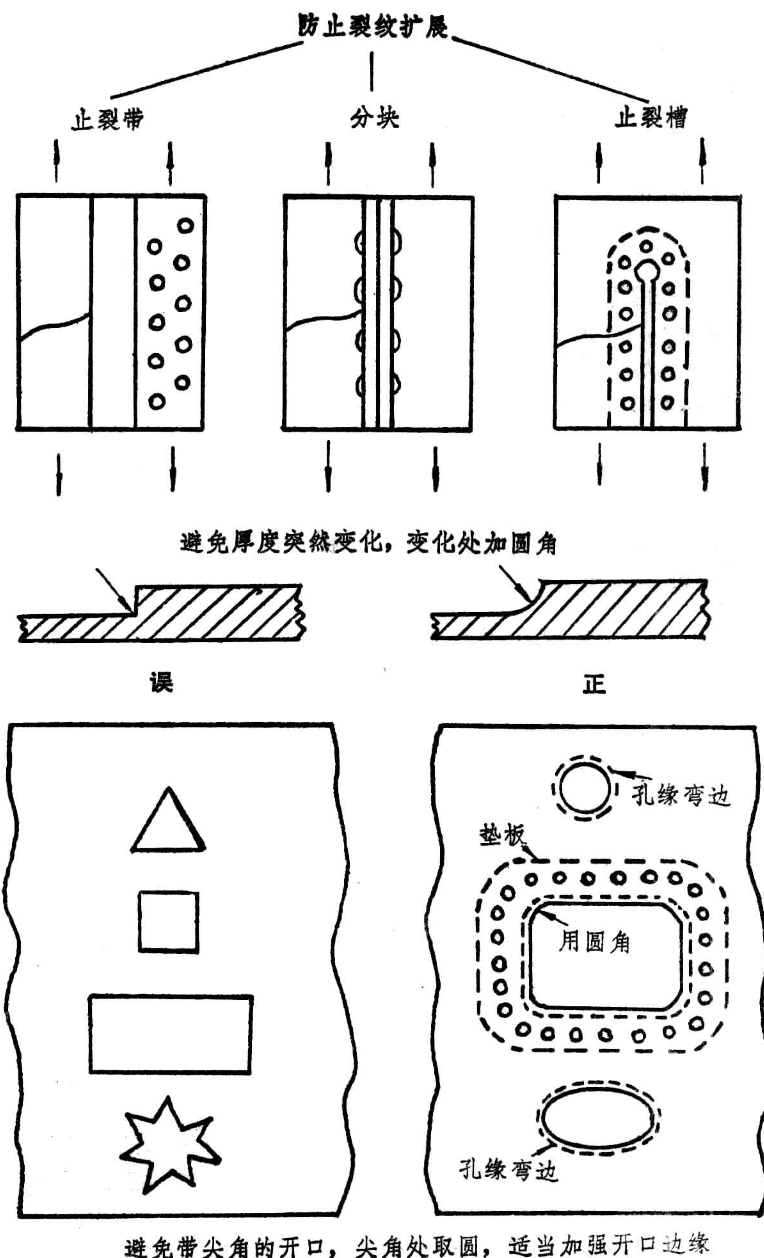
图三 体型件防疲劳措施举例

一般构件在受静力载荷破坏时，断口是粗糙的，而疲劳破坏的断口则有两部分：一部分是较为平整和光亮的，另一部分是粗糙的(见图一)。这光亮的部分，就是构件在彻底破坏之前已经裂口的地方。它是由于在彻底破坏前，因构件还连在一起，已经裂口造成的两个表面在反复载荷的连续作用下，互相摩擦而磨光的。粗糙部分是瞬时破裂产生的断口。这是由于断裂突然发生材料塑性变形很小所形成的。

那么裂纹又是如何产生的呢？受力构件内部应力传递不均匀时，存在应力较大的局部，叫做应力集中。在应力集中处，材料能够承受反复载荷的次数最少，因此在使用载荷的反复作用下，这里最先出现裂纹。裂纹使构件的一部分材料失去承力，使余下能承力的材料中的平均应力提高。由于构件一般都有一定的剩余强度，所以出现裂纹并不会立刻造成彻底破坏。但是裂纹的端头形成尖锐的切口，又变成新的应力集中区，在连续使用中，此处又会继续裂开。这样裂纹越来越大，构件上能够传递应力的材料越来越少，直到剩下的材料不足以传递静载荷时，构件就猛然破坏了。因此，疲劳破坏是一个过程，即：应力集中——裂纹——新的应力集中——裂纹扩大——破坏。

设计一个耐疲劳的构件，应该尽力避免应力集中。应力集中是怎样一回事呢？一个受力构件中应力的传递，与构件的材料分布和形状有很大关系。设想构件中的应力是以一条一条的应力线来传递，那么应力线越密的地方应力越高。应力的传递总是沿光滑的曲线进行的。因此，在构件形状急剧变化的部位，应力线不能急剧地转弯，就堆积在尖角处，局部应力线加密，使该处应力提高，形成应力集中(见图二)。在长期使用中，这种具有尖角的部位（如轴颈的突变部分，裂纹的尖端以及材料中存在的气泡、夹杂等缺陷的部位等）最容易产生疲劳裂纹。简单地说，疲劳和应力都最喜欢尖角。哪里有尖角，哪里的应力就高，就容易疲劳。了解到这一点，在设计时注意选择材料，有意识地消除尖角，使构件的形状折转处有圆角过渡，就可以减弱应力集中现象，延长构件的使用寿命。不要小看小小的圆角，它对于飞机安全的贡献可大了！有些飞机事故，就是因为某些零件忽略了小小的圆角而发生的。

图四　板型件防疲劳措施举例



飞机设计中的防疲劳措施

在飞机设计中，针对各种构件具体的受力情况，要采取不同的防疲劳措施。

有的构件在飞机使用中要承受很多次数的反复载荷。例如液压系统的导管，高压油泵以每分钟数万次脉冲的形式对其加压，在飞机的使用寿命中，液压导管承受反复载荷达数亿次，显然超过了疲劳极限所允许的几千万次。这类构件应该用低于疲劳极限的应力来设计。

另外，一些需要反复承载的构件，但承载次数没有这样多，为节省重量，只按飞机的有限寿命来设计。为防止疲劳破坏，对机械加工件或锻、铸的体型件，如起落架及其连接接头，发动机架及各种舵面、舱门的转轴及支撑件等，应尽量在形状急剧变化的部位增加圆角(图三)。

对于机体结构所大量采用的铝板制件，如蒙皮、机身框、机翼翼肋、梁的腹板等所出现的裂纹，可在裂纹尖端钻一个圆孔，以减除裂纹尖端处很高的应力集中现象，防止新的应力集中区的产生，减缓裂纹的进一步扩展。这是裂纹出现后的暂补措施。在设计上，首先是防止裂纹的产生(见图四)。如：避免板材的厚度突然变化（在厚度变化处加圆角)。尽可能减少开口。在必须开口的地方，注意口的形状要圆滑，不用带有尖角的多边形开口。在开口边缘适当加强以降低该处应力。在主要承受拉力的部位（如机翼下表面)，一般不采用对切口较敏感的高强度铝合金。有时，还有意识地减小单块蒙皮的面积，将一大张蒙皮改为几张小蒙皮，或在一张蒙皮上加止裂槽、止裂带等，这样在万一局部发生裂纹以后，裂纹扩展到一定部位就能被迫停止，不致于扩展到相邻的构件而造成危险的局面。在使用中产生裂纹的构件，可在检修中发现更换。

飞机研制中的疲劳试验

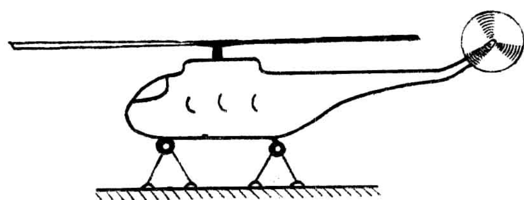
一架飞机设计完成之后，究竟设计中所采取的各种防疲劳措施是否足够有效，飞机是否具有所希望的安全使用寿命，还需要经过疲劳试验来检验。针对不同机型的工作特点，疲劳试验的内容也不相同(参看图五)。

直升飞机的飞行安全与旋翼、尾桨及传动系统的正常工作有非常密切的关系。因此，直升飞机的疲劳试验有一个主要的项目是长期系留试车，就是将直升飞机系在地上，开动发动机以各种工作状态长时期带动旋翼及尾桨旋转，考验它们和传动系统耐疲劳的能力。

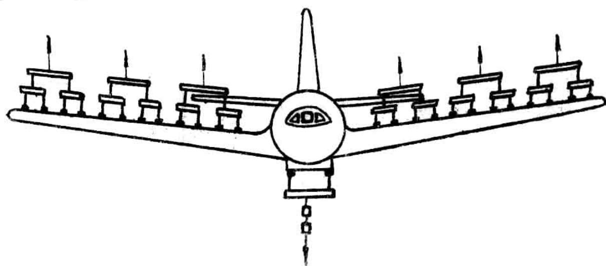
一般的飞机，也就是定翼机，它在空中由机翼支持，在地面及起落时则靠起落架支持。因此，定翼机常有两项疲劳试验项目，一是机翼的反复载荷试验，另一个是起落架的落震试验。机翼的反复载荷试验装置有些象静力试验，但不是加载一次，而是反复加载——卸载来考验结构。起落架落震试验则是将起落架加上配重从高处落下，如此落震数千次来模拟飞机在使用寿命中起落架所受到的反复冲击载荷。

近代旅客机要在高空飞行，机

直升机系留试车

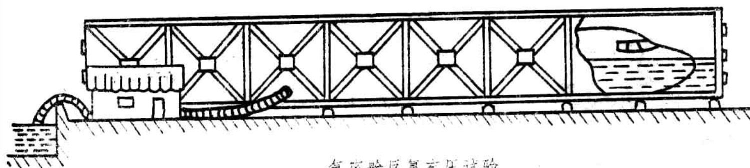


结构反复载荷试验

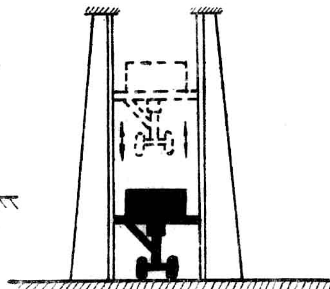


图五 飞机研制中的主要疲劳试验举例

起落架落震试验



气密舱反复充压试验



身的大部分必须是气密舱。因为高空空气稀薄，为了保持旅客的舒适，就要在气密舱内充气加压。结果内外形成压差。飞完落地后，压差消失。因此，每飞行一次，气密舱承受一次反复载荷。在整个使用寿命中，气密舱要承受许多次这种"地—空—地"的充压循环。本文开始时谈到的英国"彗星号"空中爆炸事件，就是因为气密舱结构发生疲劳破坏引起的。因此，近代旅客机在研制中都要经过气密舱的疲劳试验。这种试验的一种方法是水槽试验，就是把整个机身（或分段）放在一个特制的大水槽内，将气密舱内充满水，用水反复加压、卸压来模拟实际飞行中气密舱所承受的反复载荷，考验气密舱的结构承受这种反复载荷的能力，并暴露薄弱环节以便修改设计。在试验中，为什么用水加压而不用气加压呢？这是为了防止在结构破坏时，有大量压缩气体的气密舱发生猛烈的爆炸。而水具有几乎不可压缩的性质，如果结构破坏，漏出一点水就卸压了，不致发生爆炸，保证试验安全。由于水槽试验的设备规模很大，近来有的飞机采用露天充气试验的方法。这种方法事先用一块一块的泡沫塑料充填气密舱内百分之九十五以上的空间，然后再充气加压，这样在结构破坏时，由于气量较小，就不会发生危险的爆炸了。

除了机体的结构疲劳试验以外，发动机要经过长期试车，操纵及液压等系统要进行长期系统疲劳试验，飞机上采用的许多成品附件，也要进行相应的疲劳试验等等，来保证它们在使用时安全可靠。

总之，疲劳试验已成为近代飞机研制中的重大项目，试验技术还在不断提高，随着经验的积累，飞机设计的不断改进，飞行安全也将不断得到提高。

人们对"疲劳"的正确认识，不是先天就有的，也不是从天上掉下来的，而是在三大革命运动中，尤其是在生产实践和科学实验的经验教训中总结出来的。现在，人们不但可以掌握疲劳破坏的规律，而且还能够有效地防止它的发生。

题图：陈肇和　插图：杨廷政



争分夺秒

在毛主席**"建立一支强大的人民空军，保卫祖国，准备战胜侵略者"**的伟大号召指引下，随着我国航空工业的发展，我人民解放军空军正在成长和壮大起来。为了保卫祖国领空不受侵犯，空军部队广大指战员，象边防战士日夜守卫着祖国的边疆、海军战士日夜守卫着祖国的海防一样，他们日夜守卫着祖国的领空。我们所看到的本期封面照片，就是在机场担负战斗值班的航空兵某部指战员，接到进行战斗准备的命令，正在跑向自己飞机的情景。

他们在跑向飞机的时候，为什么要争分夺秒呢？我们都知道，随着航空技术不断发展和改进，现代作战飞机的速度都是以音速来计算的。有的是近音速，有的是跨音速，有的甚至超过音速两倍、三倍。这样就带来了空中战斗的快速和突然的特点。临战前的准备时间通常极为短促，战机转瞬即逝。所以争取一分一秒的时间，对于担负保卫我要地的歼击机来说，就具有特别重要意义。如敌机向我保卫目标进袭，我机争取早起飞一分钟，以跨音速的飞机算，就可以争取二十公里的拦截敌机的距离，把敌机消灭在离保卫目标更远的地方。争取早起飞一分钟，还可以争取我机的高度优势，有利于消灭敌机。在现代条件下，为使对方的雷达不易发现，有时还采取低空隐蔽飞行。敌机如果从低空偷偷摸摸地来袭，我雷达发现敌机就可能较晚，这样就要求飞行员更应该迅速一些，才有可能把敌机消灭在保卫目标之外。

在机场执行战斗值班任务的飞机，通常区分为几个不同的战斗值班等级。这是因为不仅要保证部队迅速行动，而且要保证部队按照一定的梯次出动，有秩序地投入战斗。一般情况下，在时间要求上，战斗值班等级越高，要求做好战斗准备的时限就越短。战斗值班等级低，要求做好战斗准备的时限就要长一点。有时我们看到飞行员冒着酷暑严寒坐在座舱里、地勤人员在飞机旁边待命，就是他所担负的值班等级较高接到命令后就能很快地升空作战。有的飞行员值班不坐在座舱里，地勤人员也不在飞机旁边，这一方面是因为长时间在座舱里，飞行员容易疲劳，另一方面根据敌情判断，可以不在座舱待命，而采取比较低的值班等级，飞行员、地勤人员可以在休息室或其他规定位置待命。根据敌情变化，航空兵部队的战斗值班等级也要随之变化。当情况紧急，需要提高战斗准备等级，叫做战斗值班等级转进。这时，飞行员、地勤人员就应迅速进入新的待命位置，或者进入座舱，或者在离飞机很近的地方待命。歼击机的值班飞行员，一般都要穿负荷衣，以减少空战时负荷对身体的影响。高空作战，还要穿飞行补尝衣，海上、水上作战，还要穿救生背心。

·战文·



几种常用的空投方法

李　锐

空投，是指飞机在飞行过程中，把货物安全地投放到预定地点的一种方法。在军事上，它对空降部队的作战，对战地的支援，都起着重要的作用；在社会主义建设中，它对抢险救灾，对支援山区、林区的建设，也有很大的意义，本期介绍几种常用降落伞的空投方法。

我国的航空事业，和其它各条战线一样，正在飞速发展。英雄的人民解放军空军指战员，在提高警惕、加强战备的同时，还经常急人民群众之所急，怀着深厚的无产阶级感情，多次完成抢险救灾任务。他们驾驶着满载各种物资的运输机向受灾地区，空投各种急救物资，大大地鼓舞了灾区人民“自力更生，奋发图强，发展生产，重建家园”的革命意志；他们还对战斗在崇山峻岭的地质勘探队员、被风雪堵塞的运输队、林区工人……空投各种急用物资，有力地支援了我国的国民经济建设。

空投是飞机运送货物的一种方法。飞机飞得快、飞得高、航道短，又不受山脉、河流、森林等障碍物的限制，可以把一些急需物资，如武器、弹药、救灾物品、勘探设备等迅速地空投到预定地区。所以，空投具有其它交通工具不能代替的一种独特的长处，在军事上和国民经济生活中均占有相当重要的地位。下面我们介绍一下几种常用的降落伞空投方法。

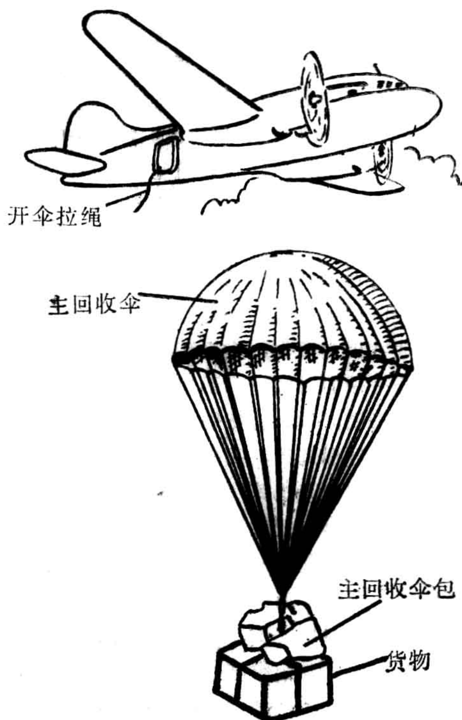
顾名思义，降落伞空投需要降落伞。空投用的降落伞通常以它的结构形式或用途来命名。以结构形式来命名的有侧方形伞、圆形伞、带条伞、环缝伞……等。

本文中用到的主回收伞，牵引伞、引导伞等是以其用途来命名的。主回收伞是保证货物以安全着陆速度降落的大伞，又名主伞。牵引伞是指借助于伞的气动力来牵引东西的伞。例如，将货物从货舱尾舱门拉出，或在加油机上用一顶牵引伞在空中拖曳加油管等。引导伞是专门用来将大伞从伞包里拉出的小伞。利用引导伞可以使主回收伞顺利开伞。

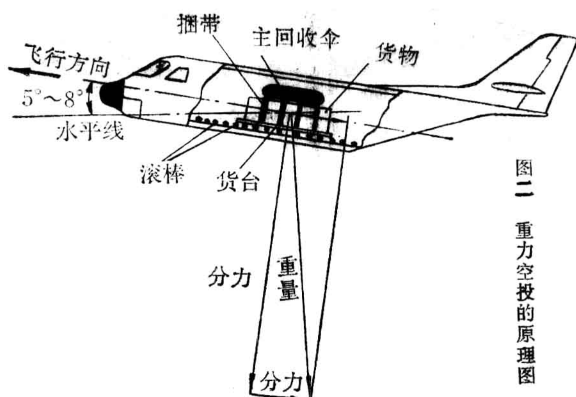
为保证开伞顺序，经常采用各种控制机构。例如，换向锁能保证一具伞作用完了，将锁打开，以转入下一程序。在强制开伞时，为了安全，要求重物离开飞机一定距离后才开伞，就利用一根很长的控制绳。控制绳的一端固定在机内，一端与降落伞开伞机构相连接。当重物坠离飞机到一定距离后，籍控制绳就可以将重物上的伞包打开。

小型运输机空投

舱门通常在机身一侧、靠人力把货物推出机舱外，然后在开伞装置（开伞拉绳或开伞控制仪表）的作用下，打开主回收伞伞包，将主回收伞拉出，主回收伞充气张满，货物便按预定的下降速度着陆。主回收伞的作用是保证货物按规定的下降速度着陆。图一表示小型运输机空投的示意图。这种空投方法只能空投小件货物，单件货重一般不超过一百五十公斤。多半采用一具主回收伞。主回收伞的大小视货重和货



图一　小型运输机空投



图二 重力空投的原理图

物的着陆速度而定。货物的着陆速度为每秒七到九米。

大型运输机空投

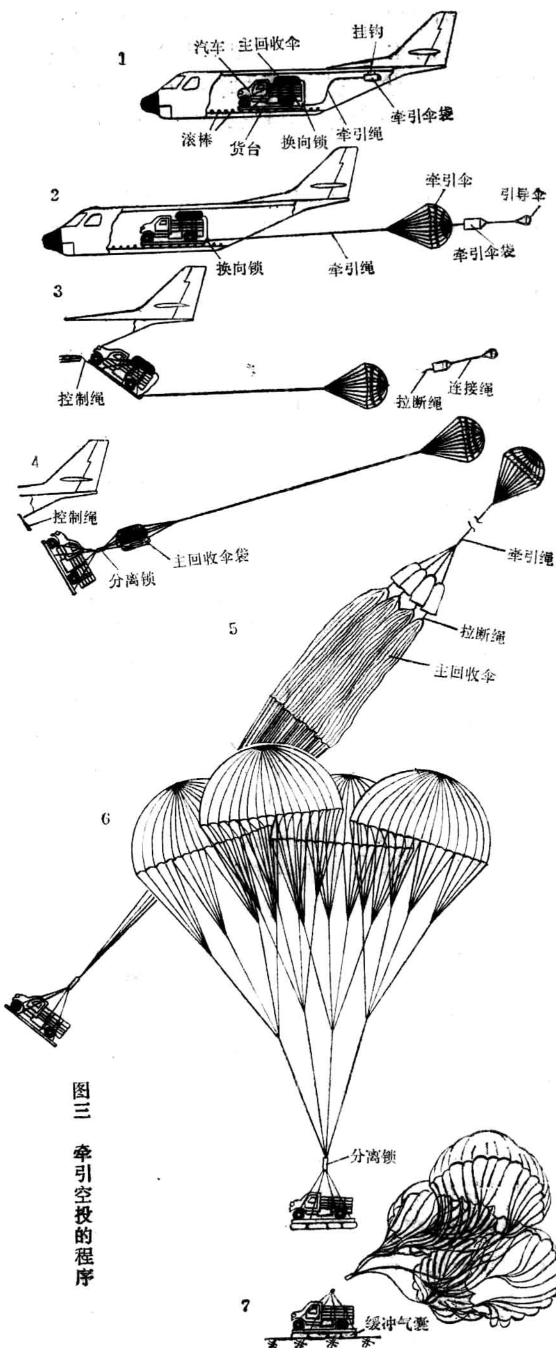
对空投技术提出了新的要求。首先，在大载重的情况下，小件逐一空投已不适用，必须设法缩短飞机在空投区域内的飞行时间，以减少被地面炮火击中的可能性；其次，某些大型军用物资，如车辆、火炮、坦克等本身无法分解，必须采用新的空投方法。

货舱门设在机身后部的大型运输机，目前一般采用以下几种空投方法：

传送空投 这种空投方法不是靠人力而是利用机舱内的传送装置（如传送带等）把货物运送出舱，货物离机后打开主回收伞，使货物安全着陆。这种空投方法一次可空投十多个各重五百公斤的单件货物。由于传送装置会增加飞机的重量，所以目前多用重力空投来代替它。

重力空投 这种空投方法是利用货重的分力把货物送出机舱。图二所示为重力空投的原理图。飞机进入空投区域后，以五度到八度的仰角飞行，货物自身的重量在飞机飞行相反的方向上有分力，利用这个分力和机舱内的滚棒，使货物滑出机舱，然后借助主回收伞安全降到地面。用这种方法一次可以空投十多个单件货物，各单件货重一般不超过五百公斤。如果单件货物太重，空投时飞机重心变化太大，飞行员不易操纵飞机，影响飞行安全。同时，由于货物离机速度太小，不易保持离机后的姿态（重型货物更严重），不利于打开主回收伞，甚至无法开伞。所以，重型货物一般采用牵引空投的方法。

牵引空投 牵引空投是利用一具或几具牵引伞产生水平拉力，使货物迅速离机。图三是牵引空投的程序图。图三①是货物（汽车）在机舱内的安装情况。牵引空投主要由牵引伞、牵引绳、货台、主回收伞、换向锁和滚棒等组成。空投前，货物一般用安装在飞机上的锁扣固定住货台，防止货物在机舱内移动。牵引伞袋内装有牵引伞和引导伞，吊挂在机舱后部的挂钩上。当需要空投时，由机上空勤人员操纵开关，先打开机舱门，然后再同时打开挂钩和锁扣，牵引伞袋



图三 牵引空投的程序

自由坠落，并相对飞机向后运动。首先打开引导伞，由引导伞再打开牵引伞。牵引伞张满后，利用它的阻力把货物拉出机舱。图三②是牵引伞张满瞬间，货物尚未运动的情况。由于换向锁的作用，牵引伞的作用力不能去拉主回收伞袋。在货物离机瞬间(图三③)，由控制绳打开换向锁，于是牵引伞的作用力不能作用在货台上，转而去拉主回收伞袋，这时牵引伞的作用就是主回收伞的引导伞。图三④所示为牵引伞拉出主回收伞袋的情况。主回收伞拉直(图三⑤)后，迅速充气张满(图三⑥)。为防止货物着陆时因冲击力太大而损坏，在空投重型货物时，一般都采用能吸收冲击能量的缓冲设备，如气囊、纸质蜂窝结构、泡沫塑料等。为了防止货物着陆后因风吹而翻滚，一般在货物着陆一瞬间，应使主回收伞与货物迅速分离（图三⑦）。主回收伞与货物着陆时分离，可采用爆破螺栓或分离锁。

牵引空投的关键是牵引伞和牵引绳的设计问题。牵引空投对牵引伞的要求比较高，牵引伞在工作时必须稳定，不能摇摆太大。牵引伞产生阻力的大小很重要，一般采用牵引比(牵引伞的阻力与货物重量之比)作为设计指标。目前采用的牵引比范围是零点八到一点五。牵引比是保证货物离机后姿态的重要因素。为了保证牵引伞能正常工作，必须有足够长的牵引绳，以避免飞机尾流的影响。牵引绳的长度因飞机不同而异，应由试验来确定。例如：美国的C—130运输机上采用的牵引绳长度约为十八米；C—141运输机的牵引绳长度约为三十六米；而C—5A大型运输机的牵引绳长度约为六十五米。

由于牵引空投时，飞机是水平飞行，所以从理论上来讲，空投货重不受限制，可以单件空投，也可成组联投。据报道，用牵引空投方法，单件货物重量约达二十二吨半。一次联投可达一百吨左右。这种空投方法是最常用的空投大型货物的方法。

牵引空投高度的范围为二百到五百米，空投高度与主回收伞的大小有关。空投的准确度一般在距离预定点一百五十米范围内。它的主要优点是比较简单，容易空投，对空勤人员（包括驾驶员）的要求不高；主要缺点是飞机容易被地面雷达发现，易遭地面炮火射击。

为了改进空投系统，近几年来，进行了大量的研究工作，其目的有三方面：提高空投系统的生存力(即防止被地面雷达发现和地面炮火击中)，提高空投的准确度；提高一次空投的能力。从各国的研究动向来看，重点是低空空投系统的发展，同时对高空空投也进行了一些研究。



垂直起落飞机的动力装置

晓　明

垂直起落和短距起落飞机是飞机发展的方向之一，本文介绍研究得比较多的三种动力装置，即：升力-推力组合式动力装置、可转喷管的涡轮风扇发动机和升力风扇发动机。

人们都知道，直升机能够直上直下地起飞和着陆，但是飞行速度比较低，目前约为每小时一百到三百公里。其他飞机的飞行速度比较高，亚音速民航客机约为每小时八百到一千公里，超音速战斗机可高达每小时两千到三千公里，但是却需要跑道很长的机场起飞、着陆，而且随着飞行速度的增高，跑道也相应地还要加长。

能不能使飞机垂直起落，又具有较高的飞行速度呢？动力装置始终是一个关键。长时期来，人们就在探讨，并投入人力物力试验研究垂直起落飞机的动力装置，目前已取得了一些进展，但成效并不显著。

动力装置的特点

垂直起落飞机动力装置的特点是：发动机必须具有垂直向上的和水平向前的推力；必须具有比较高的推重比(即发动机的推力与重量之比)。为什么呢？

普通飞机的动力装置只提供向前的推力或拉力。起飞时，飞机在推力作用下，克服空气阻力后，就以一定速度向前滑跑。这时，空气以飞机的滑跑速度流过机翼，在空气动力的作用下，在机翼上产生向上的升力。滑跑速度愈大，升力也就愈大，当滑跑速度大

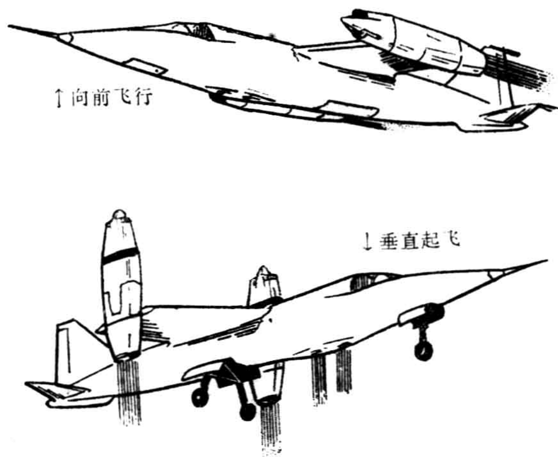
到一定程度、机翼升力大于飞机的总重时，飞机就可离地飞行。因此，飞机在起飞时，为了获得大于飞机总重量的升力，就必须使飞机在很长的平坦跑道上滑跑加速。发动机的推力一般都比飞机总重小。据统计，现有的飞机中，发动机的推力与飞机总重的比值，在亚音速旅客机中为百分之二十到百分之二十七，在轰炸机中为百分之三十到百分之五十，在高速战斗机中则为百分之五十到百分之八十。

垂直起落飞机起飞与着陆时，没有空气水平流过机翼，因而机翼上不能产生升力，需用动力装置直接产生垂直向上的，大于飞机起飞总重的升力。从起飞着陆的安全出发，这种升力应比飞机总重量大百分之十到二十。为了使飞机水平高速飞行，还需要有推动飞机前进的水平推力。因此，在这种飞机上，就需要安装能产生两个方向推力的动力装置。

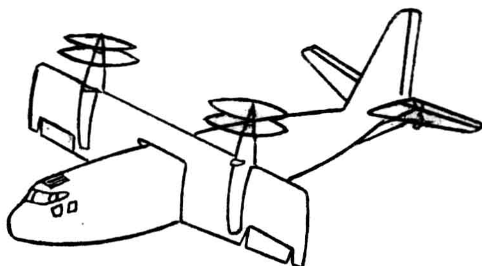
由此看出，飞机起飞重量相等时，垂直起落飞机所需的起飞推力比普通飞机大很多。如果发动机的推重比仍然与普通发动机的一样，那么，发动机的重量占飞机总重的比例就会比普通飞机大很多，这会使飞机有效载荷或航程减少很多，甚至于使飞机无法实现垂直起落。因此，用于垂直起落飞机的动力装置，不论它是哪种型式，都应力求重量轻、推重比大。

目前探讨研制了很多方案。例如：发动机在机翼上可以转动，起飞时，发动机尾喷口向下，平飞时，发动机转到水平位置(图一)；或者将发动机装在可以转动的机翼上，起飞着陆时，机翼转折成垂直位置，水平飞行时，机翼转到水平位置(图二)。显然，在这些方案中，发动机比较简单，但是转动机构却很复杂，因而它并不是一种十分现实的方案。

在动力装置上研制比较多的有三种方案：即升力-



图一　发动机在机翼上可以转动



图二　发动机装在可转动的机翼上

推力组合式动力装置、可转喷管的涡轮风扇发动机和升力风扇发动机。

升力-推力组合式动力装置

在垂直起落飞机上采用两套发动机：一套产生推进飞机前进的推力，称为推进发动机，这与通常飞机上所采用的发动机几乎完全一样，它可以是单台的，也可以是多台的；另一套专门在起飞与着陆时产生向上作用的推力，这种推力称之为“升力”，这种发动机就称为“升力发动机”。这种发动机是尾喷口朝下垂直地装在机翼或机身中的。发动机作得很短、很小，单台的推力不大。为了获得大于飞机总重的升力，就需在飞机中安装多台（一般在八台以上）小型的升力发动机(图三)。

飞机起飞时，先开动所有的升力发动机，将飞机垂直地托举到一定的高度后，然后开动推进发动机，逐渐关掉升力发动机，飞机即由垂直上升状态过渡到水平飞行状态。显然，当飞机起飞进入水平飞行后，这些升力发动机就变成无用的“死重”了。为了减少飞机中的这些“死重”，必须将升力发动机作得尽可能轻、简单、推重比高。

由于升力发动机只在每次飞机的起飞和着陆时使用，与推进发动机相比，其工作时间短得多。因此，对它的寿命要求不高，这样，升力发动机就可按“短寿命”发动机的要求来设计：结构简单，各部件尽可能地短，材料尽量采用比重小的非金属材料等等，以达到降低重量的要求。

例如，目前已研制成功的一种升力发动机（图三），其增压比为四点五，整台发动机中只有六级压气机、一级涡轮，转动部分用两个轴承来支承；低温部分即压气机部件除第一级采用铝合金外，机匣、工作叶片与静子叶片均采用了非金属合成材料——玻璃钢。发动机的附件系统作得很简单：不安装起动机而用高压空气推动涡轮的方法起动发动机，几台发动机合用一套燃油泵及调节器，采用开口式滑油系统（即润滑后的滑油随燃气排走）等等。因而发动机的推重

比高达十六。一百七十公斤重的发动机能产生两千七百二十公斤的推力!

升力发动机的发展工作始于五十年代中期，当时研制出的升力发动机推重比为八左右(在同时期内，先进的推进发动机推重比约为三)，一般称它为第一代升力发动机。目前生产的推重比为十六的升力发动机，是六十年代后期研制成功的，称为第二代升力发动机。当前则在研制推重比更高的第三代升力发动机。

采用升力-推力两套系统的垂直起落飞机，目前还处于研制阶段，尚未正式投入使用。

喷管可转的发动机

喷管可转的发动机是目前唯一投入使用的垂直、短距起落飞机的动力装置。参看图四，它是一台可转喷管的涡轮风扇发动机“飞马”。飞机起飞、着陆时，喷管转向下方，气流向下喷出，产生升力，使飞机垂直或短距起落。起飞后，喷管转向后方，气流向后喷出，产生使飞机向前飞行的推力。发动机的推力，不论在水平飞行还是垂直起落，均应作用在飞机重心附近，使飞机飞行平稳。所以，可转喷管作成四个，两个在风扇的出口处，两个在尾喷口处，位于发动机两侧对称配置。

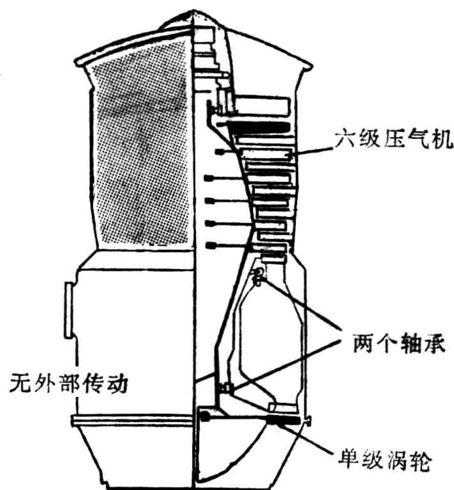
英国的“猎兔狗”飞机采用“飞马”作动力装置。该飞机以短距起落为主，并且能在小于最大有效载荷或航程的条件下实现垂直起飞和着陆。由于推力的垂直和水平分力可按飞机的实际总重和可利用的起落距离而灵活变化，因此，驾驶员可以在垂直、短距和一般等各种起落方式中自由选择。

飞机垂直起落时，由于发动机向下喷气，这股气流不仅会将地面砂砾扬起而被发动机吸入，而且排出的高温燃气被地面反射回来后也会被发动机重新吸入，对发动机的工作非常不利。因此，实际上为保证发动机的正常工作，起飞着陆点最好选在稍微坚硬的地面上。如兵舰甲板、水泥地面或在泥地上铺钢板等。

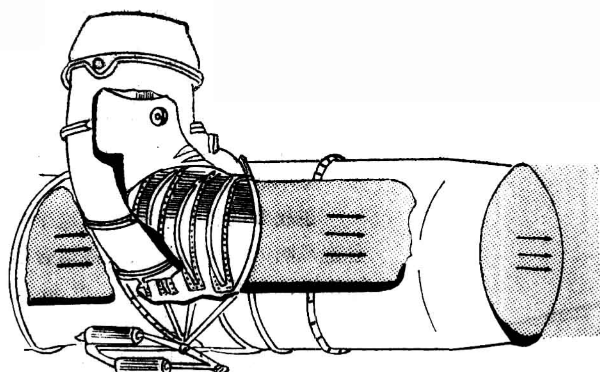
一台发动机产生两个方向的推力，可以取消前述采用升力发动机时的“死重”，但是，喷管转向机构比较复杂。在研制这种飞机的过程中，就曾因为喷管转向机构发生故障而使试验飞机摔坏。此外，这种飞机的起飞推力比水平飞行时的推力大得多，造成水平飞行时发动机性能(主要是耗油率)较差。这是因为，在一般飞机中，发动机起飞时要用最大推力状态工作，以缩短起飞距离；巡航时，为了省油，同时使发动机工作在负荷较小的状态下，延长它的使用寿命，就要关小油门(一般采用百分之八十的油门)。前面曾讲过，垂直起落飞机起飞推力比一般飞机大很多，而巡航飞行时的推力又与一般飞机很相近。因此，在这种可转喷管的发动机中，巡航推力与起飞推力相差很远。巡航时只能将油门开得很小(一般在百分之四十的油门附近)，发动工作点远离设计状态，因而效率低，耗油率增大，经济性差，相应地航程与载重量均受到限制，是这种动力装置很重要的缺点。

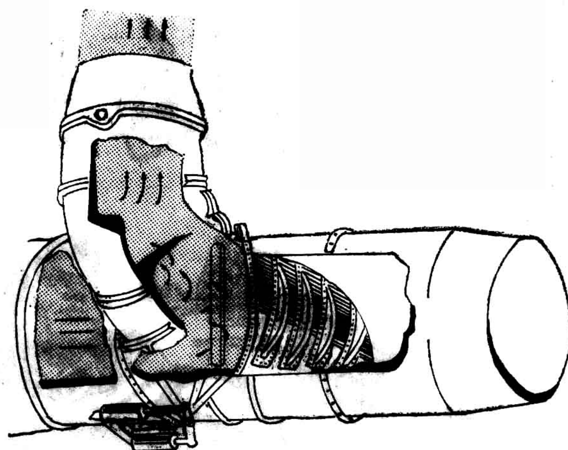
本文的题图是“猎兔狗”飞机的外形图，从图上可以清晰地看到在翼根前后两个可转动喷口处的导流叶片。目前，“猎兔狗”飞机已经装备了部队。据报道，最大平飞速度 M=0.9，俯冲时可达到超音速 M=1.25。由于许多技术难点未彻底解决，是否能作为实战使用，尚存在问题。





图三　升力一推力组合式动力装置示意图
右图为升力发动机





图六　可换向的分叉管路，箭头表示气流方向

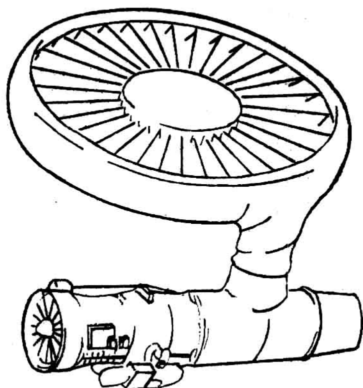
升力风扇

什么是升力风扇呢？顾名思义，升力风扇是能产生升力的一种风扇。由作用来看，可以看成是缩小的直升机旋翼。但是与旋翼也有差别。旋翼的桨叶数目少，一般只有几片，升力风扇却与轴流式压气机转子一样，叶片数目较多；旋翼转速很低，升力风扇的转速却很高；旋翼是在空气中自由旋转的，而升力风扇却是在一个管道内转动；旋翼工作时，大量的空气被它带动向下增速流出。因此它主要是靠大量的空气流动而产生大的升力。升力风扇带动的气流量小，但是经过风扇后，气流速度增加却较大，因此，它主要是靠对气流加速大而产生升力的。当然，由于升力风扇直径比旋翼小很多，虽然它能产生一定的向上升力，但单位功率所产生的升力没有旋翼的升力大。因此，一般在飞机上得多装几台。

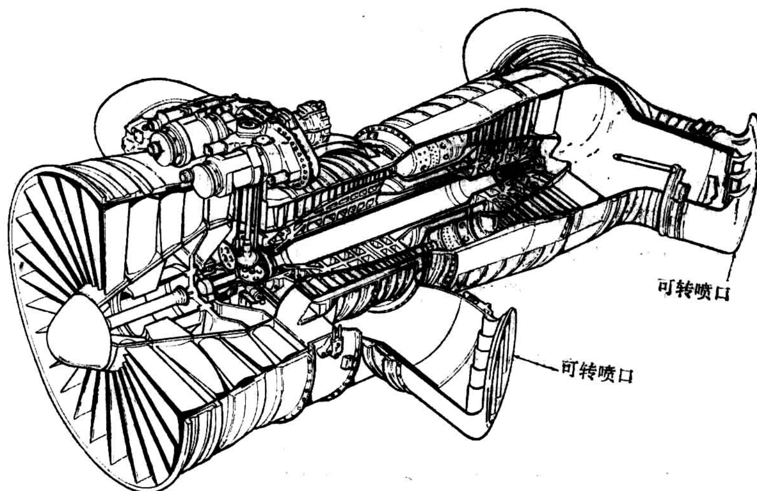
由于升力风扇直径较小，它可以装在机翼、机身中，也可以装在机身的两侧，因而阻力比旋翼小很多，飞机的飞行速度可以高一些。但是，在这种飞机上，除了安装几台升力风扇外，还需要装一、二台推进发动机。

升力风扇是利用推进发动机的燃气来驱动的（图五），在推进发动机的喷管中，装有一个可换向的分叉管路(图六)。分叉出来的管道可将燃气输送到升力风扇中。在风扇叶片外缘固定有一圈小涡轮叶片。起飞着陆时，换向阀门将通向尾喷口的管道堵死，燃气由叉路流到升力风扇的涡轮中，驱动升力风扇旋转而产生向上的升力。飞机水平飞行时，换向阀门将叉路堵死，燃气就由尾喷口喷出，产生向前的推力。目前，采用升力风扇的垂直起落飞机还处在探讨阶段。

注　飞机的发动机以及保证发动机正常工作、推进飞机前进的各种设备统称为飞机的动力装置。有时习惯地称“发动机”为“动力装置”。



图五　升力风扇与推进发动机的组合



图四　可转喷管的涡轮风扇发动机“飞马”

英雄的海空哨兵



新华社通讯员　新华社记者

活跃在祖国漫长海防线上的许多对空监视哨，日日夜夜，常备不懈，为保卫伟大的社会主义祖国不断立新功。

福建前线某部对空监视哨，是祖国海防前线许多对空监视哨中的一个。这个所的哨兵们长年累月地战斗在海防前哨，严密监视敌机行踪，出色完成战斗任务，三次荣立集体战功，被誉为“英雄的海空哨兵”。

这个对空监视哨的哨兵们，始终保持着高度警惕，不管敌人玩弄什么鬼手法，都逃不过他们的眼睛。晴天，他们迎着刺眼的阳光，认真搜索海空，发现一点异样的浮云，都要严加监视，弄清究竟；阴天，他们从复杂的云层捕捉每一个可疑的目标，在嘈杂的浪涛声中辨听每一个异常的音响，再狡猾的空中飞贼都逃不出他们锐利的视线。

一天下午，乌云密布，风雨大作，正在哨位执勤的共产党周灿木，顶着风雨，格外仔细地观察。突然，远空云缝里冒出一个针尖似的小黑点，向我防区方向移动。周灿木心明眼快，迅速辨认出那是一架入窜的敌机。他一面紧紧盯住飞贼，一面连续向指挥所报告空情，保证战斗部队提前作好战斗准备。又一次，海面上飘浮着薄雾，一架敌机妄图利用这样的天气，避开我雷达的搜捕，贴着海面低空窜犯。侦察兵吴昌炎立即发现这个目标，再一次挫败了敌人的捣乱阴谋。

为了及时、准确地掌握敌情，这个哨所的指战员们还常常背着沉重的观察器材，转战在云雾缭绕的山巅、怒涛拍打的海岛和风大砂多的滩头。有一次，哨所移防，途中每人负重一百多斤。他们踏着泥泞崎岖的小道，连续翻越八个山头，急行军五十多里。有的战士脚上打起了血泡，荆棘划破了皮肉，但他们想到肩负保卫伟大社会主义祖国的重任，继续奋勇前进。他们提前赶到目的地之后，立即架起观察器材，迅速投入战斗。还有一次，地冻天寒，指战员们划着小木船，顶风劈浪，登上了一个乱石嶙峋、杂草丛生的小岛，开始了新的战斗执勤。这里，气候变幻无常，搭起的木板哨棚被狂风掀掉了，垒起的土坯墙被暴雨冲垮了，正在值班的侦察兵龚良友和马春清全身棉衣湿透，脚下的泥水浸过膝盖，仍然顽强地挺立在哨位上，严密监视着天空。他们说，这里是我们守卫海防的前哨阵地，天气越坏越要坚持观察，决不能让敌人有机可乘。

在战斗的日日夜夜里，这个对空监视哨的指挥员们还紧密结合战斗执勤，坚持严格训练，严格要求，不断提高战斗本领。严寒的清晨，他们迎着月朔风观察远空的海鸟、行舟的桅杆尖，练习捕捉、判断目标的本领；盛夏的夜晚，他们不顾蚊虫叮咬，伏在滚烫的礁石上，细听海浪击岸声和船艇马达轰鸣声，锻炼辨别各种声音的能力。战士王家裕经常起早摸黑，顶着云雾风沙练视力，一练就是几个小时。日久天长，也终于练就了一双锐利的眼睛。不管是晴天、阴天，只要飞贼一侵入观察哨的防卫空域，他都能立刻发现，准确地测出敌机的型号、方位、高度和距离。现在，这个对空视察哨的指战员们，决心进一步提高警惕，加强战备，密切协同兄弟部队，为保卫祖国的海防作出更大贡献。

题图设计：温承诚

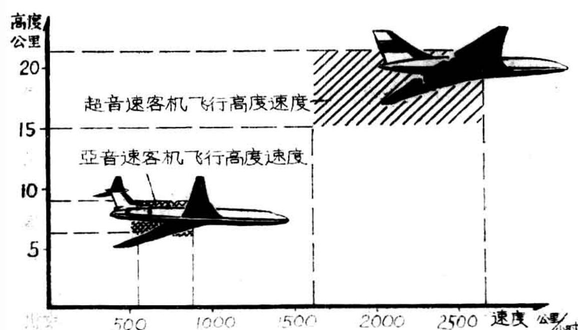
简介：敌机为什么有时企图贴着海面低空窜犯　在祖国海防线上，一般都配置有警戒雷达，用来搜入侵的敌机。雷达不断地用电磁波的形式把电信号向空间定向辐射出去。这些信号如果遇到空中的飞机，就有部分电磁波被飞机表面壳体所反射。反射回来的电信号，由雷达所接收，称为回波信号。回波信号反映在雷达荧光屏上，可以发现和判断入侵的敌机。但是，雷达发射出去的电磁波，会受到海面或地面反射的影响，从而使雷达在较低的仰角范围内出现“盲区”。这时，贴着海面飞行的敌机，就可能利用雷达的“盲区”偷偷地接近我方领空。但是，正如本文所介绍的，敌机躲得了雷达，却躲不了时刻警惕地监视着祖国海空的英雄战士。



封根泉

超音速客机在航线上的飞行高度，比一般客机要高得多。因此，保护机上乘客免受高空臭氧和宇宙辐射的伤害，是飞机设计中应当考虑的问题之一。

人类第一次进入天空是在一七八三年十一月二十一日，当时所用的是里面装有热烟的汽球。经过一百多年的时间，在一九〇三年出现了第一架以内燃机为动力的飞机。继后，仅仅过了七十年，人类就将用超音速客机进行空中运输了（图一）。超音速客机的飞行速度可比声音的速度快二至三倍，每小时可飞三千公里左右，飞行高度一般为一万五千至二万二千米。由于它的飞行高度较高，往往超过二万米，在飞行中就会遇到亚音速客机没有遇到的一些新问题，例如，臭氧和宇宙射线，下面就来谈谈这两个问题。



图一　亚、超音速客机巡航高度速度比较

臭氧问题

臭氧是一种带有强烈臭味的气体。它是由高空大气中的氧分子，在太阳的短波紫外线（波长小于二百毫微米）强烈辐射作用下，离解成氧原子后，再重新组合形成的。它的每一分子由三个氧原子构成（O_3）。近地面的大气中，臭氧成分是极少的，主要分布在十八公里到四十公里的高度上，在二十至二十五公里高度上，臭氧浓度最大。臭氧具有能够大量吸收紫外线的作用，因而高空臭氧层的存在，保护了地面生物免受太阳紫外线强烈照射的灼伤。但是，当超音速客机飞行在高空臭氧层高度上时，臭氧最大浓度可达大气的百万分之六至九，对机上橡胶件具有较强的腐蚀作用，对人具有较大的毒性。只需百万分之一点二的浓度，暴露一小时至二小时半，人就会嗅觉不灵。臭氧对眼睛有刺激作用，较大浓度的臭氧长时间暴露会影响视觉和引起青光眼。对臭氧最敏感的呼吸器官，只要千万分之二的臭氧，暴露二小时以上，就会引起喉头不适，胸骨下痛和疲乏。更大浓度（如千万分之八以上）更长时间（如几小时以上）的暴露，就会引起呼吸困难和肺水肿，甚至使人死亡。超音速客机每次飞行时间不长，规定在客舱内臭氧最大浓度不超过千万分之二，暴露时间不大于十分钟。

由于臭氧具有遇到高温（摄氏二百五十度至三百度）就极易分解为普通氧气的性质，所以正常飞行时，当冲压空气通过飞机发动机压缩机后，可获得高达几百度的温度，使它大部分自行分解掉。为安全起见，有的还用一些触媒（使化学过程加速的物质叫触媒），即在把冲压空气引进座舱前，再加一级臭氧变换器。如在热交换器中使用涂镍的翼片，能使百分之九十五的臭氧解体。残余的臭氧可用镍或铂的过滤器使它中性化。一旦当飞机在臭氧层高度飞行时出现故障，为保障乘员的安全，飞机就应迅速下降到臭氧浓度较小的低空，以避免臭氧的危害。

宇宙辐射

低空飞行时，由于地球大气层的屏蔽作用，宇宙辐射的危险性是不大的。可是高空空气极为稀薄，五千米高度以上还剩有一半的大气，而在一万五千米以上就只剩百分之十二了。因此，在高空飞行的时候，尤其是在南北极地区飞行的条件下，宇宙辐射的危险就值得注意了。

宇宙辐射有两个来源：来自银河系的叫做银河宇宙线；来自太阳的叫做太阳宇宙线。在二十公里高空飞行时，银河宇宙线还构成不了对乘员的危害，但是

太阳宇宙线，在这样高空却已经开始对人体有影响了。

太阳宇宙线是在耀斑，即所谓太阳爆发的情况下发生的，每年太阳耀斑的次数和强度多少不一，大的耀斑伴有大量高能质子的发射，它的能量达千万电子伏（表示辐射粒子能量大小的单位，意思是电子通过电势差为一伏的电场后所获得的能量）至百亿电子伏，这种能量为亿电子伏的质子，称为太阳宇宙线。伴有高能质子发射的太阳耀斑，平均每年约有十多次，以三、四月和八、九月为多。大的发射高能质子的太阳爆发持续时间有时可达几小时，每小时的辐射剂量可达几十个拉德（表示辐射强度的一种单位），小事件每小时也有十分之一拉德。在超音速飞机飞行高度上，虽然由于大气上层的屏蔽作用，太阳质子事件的剂量减少了很多倍，但仍然大大超过了人的可耐受限度。比如一次这种剂量下的航行，人所接受的总辐射剂量就可超过旅客可允许的全年总辐射剂量的安全限度达十倍至二十倍！这就会危害人机体的细胞，引起受侵害的细胞分子分裂，使造血器官或生殖腺等发生病变。

对于防护太阳质子事件的辐射采用屏蔽方法是不现实的，因为重量和体积太大。用药物也不保险。最好的办法是用预报和警报。太阳爆发之前，日面上会有一些"预兆"，据此就可以进行预报。目前国际上已可作到七天内的预报。此外，每次太阳爆发总是首先出现日面上的大"闪光"，根据这种太阳爆发所显示的性质，也可进行及时的警报，让飞机在太阳质子还没有到达地球之前（大约半小时左右的时间），就降低到安全高度上去。此外，为了预防万一，飞机还应该安装一个"辐射警报器"，及时发出警报，让飞行员将飞机迅速下降到安全高度上去飞行。　**题图设计：张太昌**

丑恶的苏修间谍活动

京　菁

今年二月，披着外交官外衣的苏修间谍在我国进行犯罪活动，被我当场擒获，驱逐出境。到了三月，苏修又派遣米—4 型武装侦察直升飞机，侵入我新疆地区进行间谍活动，再次被我边防部队和民兵当场捕获。可见苏修的间谍活动达到何等猖狂的程度。这两次事件，仅仅是苏修间谍活动的一小部分。

近年来，苏修社会帝国主义对外侵略扩张的野心越来越大。随着它同美帝的争夺的加剧，随着它对别国的渗透、控制、掠夺的加剧，苏修的间谍活动也更加猖狂凶恶。

目前，苏修的间谍活动从海上到空中，无孔不入；甚至地球周围的空间，也成为它窃取别国情报的场所。据报道，早在十年前，苏修就已经定期地向地球轨道发射间谍侦察卫星，这些卫星以"宇宙号"所谓"科学卫星"的名义为掩护，实际上为其军事侵略目的服务。一九六九年，苏修开始入侵我珍宝岛地区之前的一星期，它发射间谍卫星的速度突然加快：平常它大约每两星期发射一颗可回收的间谍卫星（可回收卫星上装有高分辨力的照相机，用来偷拍别国领土的照片，卫星一般在轨道上运行八天或十二天，然后让它返回大气层，用降落伞下降到地面，取出其中的胶卷），而这时却开始用两倍于经常的数量发射；在我边防部队进行珍宝岛自卫反击战期间，从当年二月二十五日到四月二十三日，不到两个月时间，苏修共发射了十颗可回收的间谍卫星，显然是企图从中捞取稻草。去年十月的中东战争期间，苏修也发射了七颗间谍卫星，飞越苏伊士运河区。去年一年，苏修总共发射了八十八颗卫星，其中就有七十五颗用于军事目的，包括许多间谍卫星在内。

如果说苏修在空中的间谍如此可恶，那么它在地面的间谍就更加卑鄙。去年苏修驻法国大使馆的空军副武官，在巴黎航空空间展览会上偷窃展出的激光测距仪，被当场抓住，造成轰动一时的奇闻。苏修间谍偷偷摸摸的勾当，远不止这一桩。例如，据揭露，苏修间谍企图在中东用重金引诱一名黎巴嫩的空军军官叛国，盗窃黎巴嫩空军的海市蜃楼式战斗机。苏修间谍要让这名黎巴嫩军官在训练飞行的时候，装作"发生故障"发出电报，然后把飞机降到海面上雷达不能探测到的超低空，贴着海面逃往苏联的巴库。结果这名军官不上苏修间谍的当，向当局揭露了这件事，苏修间谍当场被捕。在欧洲，苏修间谍收买了一名西德的空军飞行员，明目张胆地盗窃了西德空军主力战斗机 F—104G 上使用的响尾蛇式空对空导弹。他们把导弹用汽车偷运出西德，然后再把整个导弹分解开来，分成小包，用航空货运的方式，邮寄到莫斯科。这些罪恶活动，都是由苏修特务机关"国家安全委员会"所指挥的。泰国《亚洲新闻评论》指出："来自莫斯科的特务的灾祸，其险毒并不亚于美国中央情报局。"

苏修叛徒集团一面加紧进行这种丑恶肮脏的间谍勾当，一面恬不知耻地标榜它"尊重别国的主权"，这恰恰暴露了苏修社会帝国主义的凶恶本性和伪善面目。苏修的间谍活动，只能是搬起石头打自己的脚，决不会有什么好下场！

苏修米—4 型直升飞机

本栏解说：吴少猷

据《人民日报》报道，三月二十三日，我国政府就苏联米—4 型直升飞机入侵我国一事，向苏联政府提出强烈抗议。抗议中说："一九七四年三月十四日，苏联米—4 型武装侦察直升飞机一架侵入中国新疆维吾尔自治区纵深，不止一次地在哈巴河县境内降落，进行间谍活动，机上三名军人和飞机被中国边防部队和民兵当场捕获。"本文对米—4 型直升飞机作一简单介绍。

长期以来，苏修当局经常派遣各种飞机侵入别国领空，肆无忌惮地进行间谍活动。尤其对我国，这种活动更是变本加厉。仅从一九七三年一月至今年三月，苏修飞机入侵我国新疆地区就达六十一起之多。今年三月十四日，苏修米—4 型武装侦察直升飞机一架侵入我国新疆哈巴河县地区，被我军民当场捕获。

苏修米—4 型直升飞机是在米—1 型直升飞机的基础上发展起来的。它的第一架原型机于一九五二年八月制成并进行了试飞。一九五三年开始提供部队使用。

米—4 型直升飞机是带有尾部螺旋桨的单桨式直升飞机。它有多种用途，常有军用、旅客和农用等三种型式。

米—4 军用型直升飞机北大西洋公约组织称其为"猎狗"。在结构上它有两个较显著的特点：一是在机身的后方，尾梁的下面，设有蚌壳状舱门，用来装卸货物和装备。从这里可以将七十六毫米口径的反坦克炮，或者象嘎斯—69型吉普车一类的小型车辆装入机身舱内。二是在前机身的腹部有一个机舱，这是为执行军事任务的观察员或射击员所设置的。

这种直升飞机旋翼的直径为二十一米，尾桨的直径为三点六米，机身全长十六点八米，全高五点一八米。起落架前轮距为一点五三米，后轮距为三点八二米，前后轮距为三点七九米。装有一台АШ—82В活塞式发动机，功率为一千七百马力。直升飞机最大起飞重量为七千八百公斤，有效载重为一千七百四十公斤。最大速度（一千五百米高度）为每小时二百一十公里，巡航速度为每小时一百六十公里。实用升限约为五千米。

米—4 军用型直升飞机的前机身腹部机舱内，一般装有一挺活动式机关枪。除此之外，它还能携带空对地火箭。

为了在夜间和在恶劣的气候条件下飞行，这种直升飞机上装有相应的无线电设备和仪表。

直升飞机飞行组一般由三人组成：两名驾驶员位于机身上方的驾驶舱内，一名军事观察员或射击员位于前机身腹部的机舱内。

米—4 军用型直升飞机可以用来执行军事运输和空降部队等任务。此外，也被用于海面反潜作战，这时它装有搜索雷达、对潜艇的磁性探测设备和其它信号设备。

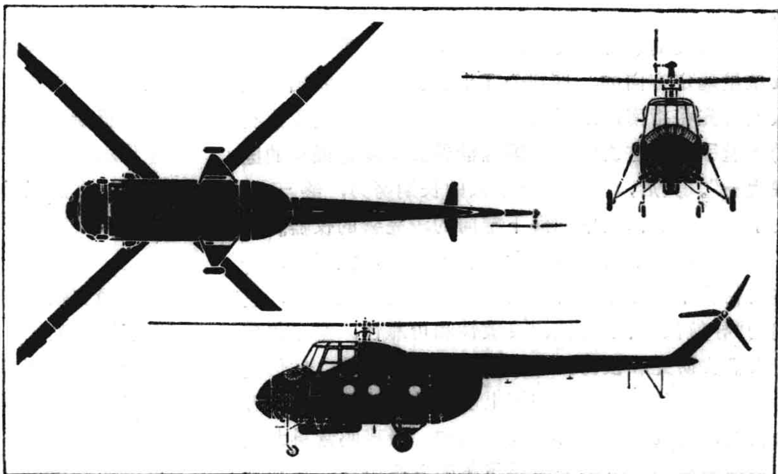
米—4 旅客型直升飞机能乘八至十一人。农用型式的机身舱内，有可容纳一千公斤化学药粉或盛一千六百升液体农药的容器。

米—4 型直升飞机在苏修部队中被广泛用来执行各种军事任务。为了达到侵略别国的目的，苏修也常用它来进行各种间谍侦察活动。今年三月十四日被我国军民捕获的那架米—4 型直升飞机，根本不是象苏修当局为了掩盖罪责所编造的那样，由于执行什么"救护"任务，"误入"中国境内。它是一架地地道道的武装间谍直升飞机。这架直升飞机上既没有医务人员，也没有医疗物品，有的却是武器弹药和侦察设备。机上的文件资料和三名军人的活动证明，他们是奉命在执行一项"特殊任务"。人赃俱在，证据确凿，苏修当局派遣飞机入侵我国进行间谍活动的罪行是抵赖不了的！

* * *

本刊四月号更正

第二页文章作者刘中用应为刘中田；第三十二页插图中A和B应对调；目录倒数第六行反修批修应为反修防修。



米—4 型军用直升飞机三面图



——漫谈仿生学与航空之一

王书荣

恩格斯指出："科学的发生和发展一开始就是由生产决定的"。由于工、农、医特别是军事技术和宇宙航行发展的需要，在一九六〇年正式诞生了一门重要的边缘科学——仿生学。它研究生物的特殊功能和结构，人工加以模仿，来改善旧有的或创造崭新的技术装置、建筑结构和工艺过程。因此，生物模拟就成为现代发展新技术的重要途径之一。

在人类的航行历史上，先是按路标、季风、太阳或星星确定方向的，直到公元十二世纪初，我国劳动人民首先将指南针用于航海，才从根本上改变了人类的导航手段。这说明**"中国是世界文明发达最早的国家之一"**。其后，又经过许多人的长期努力，终于发明了能在地上、空中和海下定向的较完善的仪器。

但是，由于自然选择和适者生存的进化规律，一些动物在千百万年前就已获得了卓越的导航本领，它们的"导航仪"的小巧性、灵敏性和可靠性，至今仍值得人们去研究和模仿。鸟、鱼、鲸和海龟等，凭借它们的"导航仪"能在空中和海上航行几千公里，乃至万余公里，并准确到达目的地。例如，极燕鸥营巢北极而在南极越冬，每年来回要飞越四万多公里，在茫茫的大海上也不迷航。

这些动物当中，有的是根据太阳确定方位，夜间迁徙的则按照星星的位置导航，还有的动物能感受地磁场，并以此决定自己的迁徙方向。这三种说法都有一定的实验根据，但都需要进一步用实验来检验。值得注意的是，苏修、美帝为了扩大海空军的活动能力，争霸世界，竟然动用了飞机、潜艇、甚至人造卫星来研究动物的导航和定位。这说明自然科学是为一定的阶级政治服务的。

蝙蝠与"雷达"

蝙蝠则有自己的定位"雷达"。夏天，随着暮色的降临，蝙蝠就从黑暗角落里飞出来猎食。它在空中忽上忽下，兜圈子，陡然变换飞行方向——这不是在耍杂技，而是在追猎夜蛾、蚊子等昆虫。它从嘴里发出人耳听不到的超声波，用一双大耳收听其回波，从而得知所猎食物的方向、距离、性质：是昆虫捕食之，是障碍躲避之。根据实验，有的蝙蝠能分辨头发细的铁丝，几秒钟就能捕到一只蚊子。即使在噪声比信号强两千倍的情况下，蝙蝠"雷达"仍能照常工作！由此可见，蝙蝠"雷达"真是小巧灵敏。因此，在研制"超精细"导航仪时，我们可以向自然界取经。

有趣的是，夜蛾在被蝙蝠追猎时，并不是"坐以待毙"，而是采取一系列对抗措施。夜蛾的"耳"，虽然只有三个神经细胞，但很灵敏，其中两个听觉细胞是专门截听蝙蝠发出的超声波的。在截听到以后，如果距蝙蝠三十米以外，夜蛾就使飞行方向变换不定，兜圈子、翻斤斗，或收起翅膀径直跌落地上。更有些夜蛾还能发出一系列声音，干扰蝙蝠发出的超声波，使蝙蝠没办法对它们精确定位。夜蛾身上的绒毛能吸收超声波，好象是飞机上涂的吸收电磁波的材料。

在热带水域还有一种食鱼蝙蝠。它在水面上空边飞边发射超声波，这种声波从水下的鱼身上反射回来，信号强度只有原来的一百五十万分之一，但食鱼蝙蝠仍能据此确定鱼之所在。它飞近水面，用爪子将鱼从水里揪出来，边飞边吃。所以，食鱼蝙蝠使研制发现潜水艇仪器的航空工程专家们感兴趣。

苍蝇槹翅与振动陀螺仪

蝇和蚊子均属于"四害"，在被除之列，它们之所以能到处乱飞，传染疾病，与它们的槹翅很有关系。槹翅又叫平衡棒，系后翅退化而成，状似哑铃。它是天然的"导航仪"。在苍蝇飞行期间，槹翅很快地振动着（每秒三百三十次）。这种振动产生陀螺效应，使虫体保持稳定。当苍蝇偏离航向时，槹翅产生扭转振动，其基部的感受器向脑发出偏离信号。脑进行综合

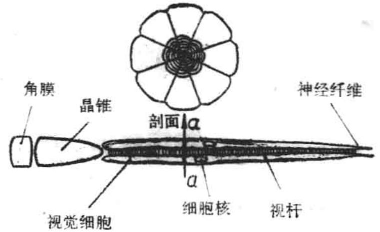
分析，便“指令”该侧翅膀改变拍动状态，于是偏离的航向得以纠正。

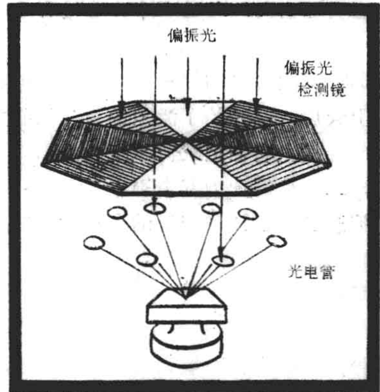
人们模仿楫翅振动而保持虫体稳定的原理，制成了振动陀螺仪（图一)。它的形状象个音叉，在音叉两腿之间和它们的外面都有电磁铁，通以交变电流，电磁铁便交替动作，使音叉以一定的频率和振幅振动。这样就产生与楫翅同样的陀螺效应。这种无摩擦的振动陀螺仪，其精确度相当于体积比它大五倍的经典陀螺仪。装备有振动陀螺仪的飞机，能自动解除“螺旋”飞行，强烈倾斜则能自动平衡，即使在最复杂的急转弯时，也是十分安全的。

蜜蜂与偏光罗盘

蜜蜂早就以辛勤劳动、建筑本领和组织性著称，但引人注意的则是它们的导航方法。在蜂群中有一种工蜂，叫侦察蜂。它在外面发现花蜜时，回来就用“舞蹈”语言告诉其它工蜂。如果花蜜离巢近，回来就在巢内垂直面上跳圆舞；花蜜离巢远则跳8字舞（图二)。侦察蜂在8字舞中间那部分线路（“直跑”）飞行时，还迅速摇摆尾巴，以此表示花蜜的质量：摇摆越快表示花蜜越好。在单位时间里，跳的圈数越多，表示花蜜越近；反之，就越远。跳舞时若“直跑”方向垂直向上，指示蜜源在太阳方向，向下则指示相反的方向。若蜜源在太阳方位左面或右面某个角度，那末，侦察蜂舞蹈的直跑方向也向左或向右偏离垂直方向某个角度。太阳在天空的位置不断变化，蜜蜂舞蹈的“直跑”方向也产生相应的变化。这说明蜜蜂还有计时器——“生物钟”进行时间校正。当然，不同种的蜜蜂，其舞蹈“语言”也不尽相同。

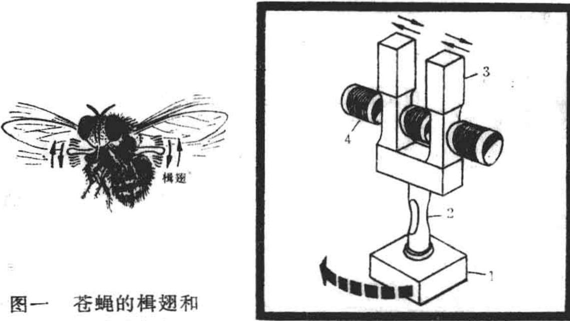
小小的蜜蜂竟能用太阳来导航！原来，在各个方向上振动的太阳光被大气层散射，变成某个方向占优势的偏振光。蜜蜂就是用偏振光确定太阳方位的。蜜蜂头上有两个大眼，叫复眼，每只都由六千三百个小眼组成。每个小眼有八个感光细胞组成，它们呈辐射状排列。蜜蜂正是用这些小眼感受太阳偏振光的。在蜜蜂偏光定向本领的启示下，人们制造了偏光罗盘（图三），使海员即使在乌云蔽日或太阳处于地平线以下，也能根据太阳确定方向。在北极和南极，磁罗盘已不适用的情况下，偏光罗盘仍能照常工作。按照同样原理制造的偏光罗盘也已用于航空。





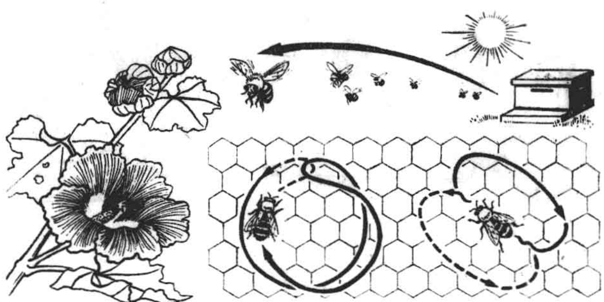
图三　上为蜜蜂的小眼及其剖面；下为偏光罗盘。请看偏振光检测镜和蜜蜂小眼的剖面多么相象。

题图：温承诚　　插图：章振业



图一　苍蝇的楫翅和振动陀螺仪。

1-底座；2-支杆；3-音叉；4-电磁铁。电磁铁使音叉振动，产生陀螺效应，在空间保持位置不变，所以当底座转动时，支杆就产生扭矩，据此测出偏转角度.



图二　看！侦察蜂在阳光下跳着圆舞和8字舞，指引它的伙伴们去采蜜。

国外航空科技

天空实验室

本栏解说：凌　琦

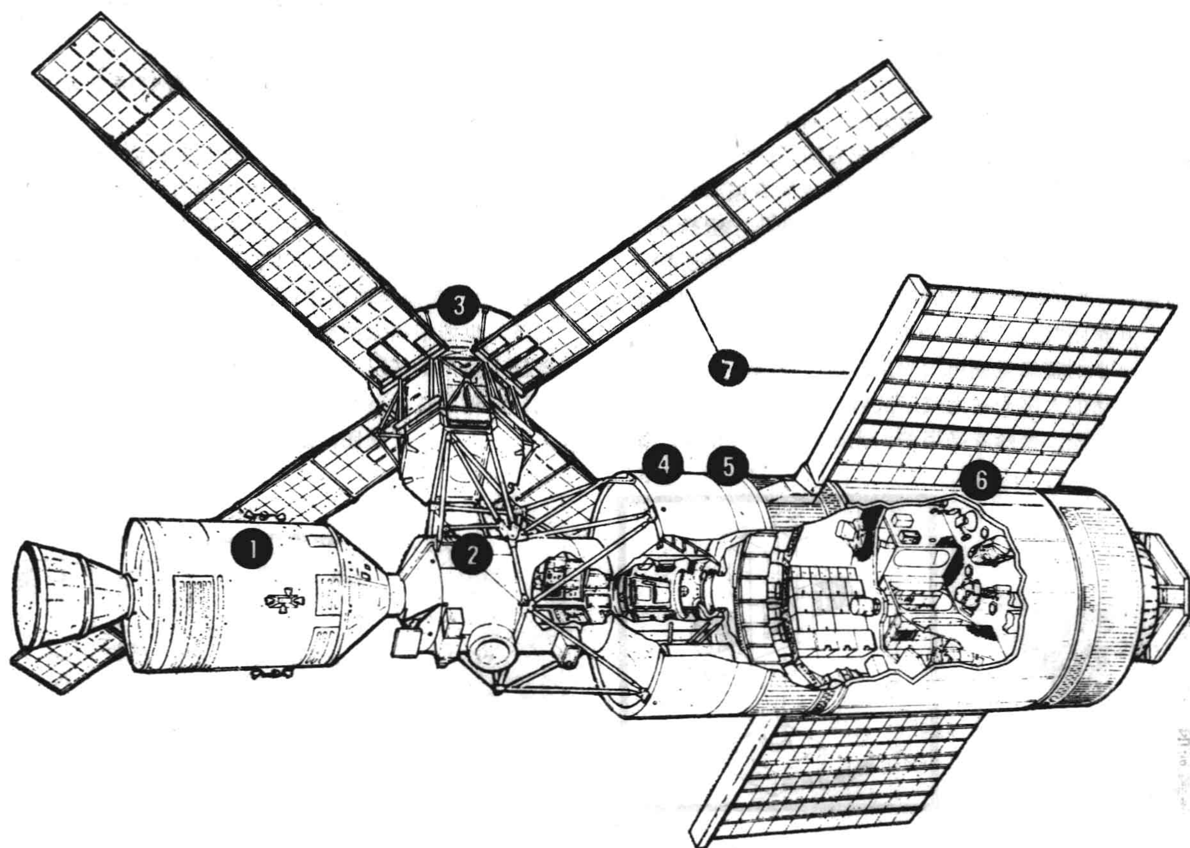
天空实验室是一个试验性的小型航天站，它主要是苏美两国争霸世界、为军事目的发展空间技术的产物。同时，在天空实验室的飞行过程中，也进行了一定的科学研究工作。

自从苏、美把自己的第一艘载人飞船送上天后，就开始了激烈的载人航天争夺战。它们把“公天”变为“私天”，称王称霸，为其帝国主义扩张政策服务。正如列宁说的那样：**“帝国主义的一个重要特点，是几个大国都想争夺霸权”**。去年，美国发射的载人“天空实验室”，就是具有这种性质的实验性航天站。下面根据国外报刊发表的资料，谈谈有关天空实验室的情况。

发射和工作过程

天空实验室是一个多舱组合体，它由轨道工场、太阳望远镜、过渡舱、多用途对接舱和阿波罗指挥服务舱所组成（见图）。包括阿波罗飞船共长三十六米，直径为六点七米，工作容积为三百一十六立方米，重八十二吨。

天空实验室的发射是分两步进行的。首先将在地面装配好的轨道工场、太阳望远镜、过渡舱和多用途对接舱用土星－5大推力火箭发射进入四百三十五公里高的圆形地球轨道上，随后再用土星—1B火箭把乘有三名航天员的阿波罗飞船送上轨道。由飞船的推进器将飞船在空中与多用途对接舱对接，组成完整的天空实验室。对接后航天员就通过过渡舱进入轨道工场，按计划进行各项工作，二十八天后飞船与多用途对接舱分离，离轨后再入大气层返回地面。另外三名航天员换乘另一艘飞船以同样方式进入轨道工场内，生活和工作五十九天后返回。第三批三名航天员到轨道工



天空实验室结构图

1.阿波罗指挥服务舱　2.多用途对接舱　3.太阳望远镜　4.过渡舱　5.仪器组合装置6.轨道工场　7.太阳电池板

场内逗留八十四天后返回。估计天空实验室可在地球轨道上运行八个月。

各组成部分功用

1. 轨道工场：它是天空实验室的主要工作和生活舱。舱内用铝制格子地板分成上、下两层。上层为实验室及储水箱，下层为航天员的生活和实验区。它用隔板又分成卧室、餐室、观察室及盥洗室。工场内有环境控制系统，它能自动提供舒适的空气调节，保持室温摄氏十六至三十二度，露点温度摄氏十度，最高相对湿度百分之十；舱内压力为三分之一大气压，空气内含氧量为百分之七十四，氮为百分之二十六，航天员呼出的二氧化碳及水汽由分子筛加以消除。工场外壳厚十三厘米，其中包括六厘米厚的铝防护板，以免航天员遭受有害粒子辐射的侵袭。工场外部的两侧各装有太阳电池板，它和太阳望远镜上四块太阳电池板加在一起，面积达二百二十平方米。

2. 太阳望远镜：它是航天员通过装在多用途对接舱内的姿态控制和显示装置来操纵和监视的“天文台”。利用电视传输系统将观察到的太阳图象和数据传送到地面进行处理，还可以拍摄太阳活动的像片，由航天员出舱回收拍摄好了的胶卷，将它们储存起来，以便带回地球。

3. 过渡舱：它是天空实验室的控制中枢。其中装有电力控制和分配系统，测试检验装置，数据处理系统，地面指令接受系统和通讯设备，还有环境控制系统的氧、氮储存罐。

4. 多用途对接舱：它的主要作用是通过轴向或应急时侧向的对接舱口与阿波罗飞船对接以及作为飞船、过渡舱和轨道工场之间的过道。它还可作为实验设备和胶卷盒等物品的储藏室。

5. 阿波罗飞船指挥服务舱：它往返于地面和天空实验室之间，用来输送人员和物资。航天员在进行地球资源勘探时可以改变飞船姿态，便于拍摄像片和收集情报资料。服务舱有十二个储存推进剂的储箱，用来提高飞船的机动能力和离轨能力。

目的和作用

把这么大又这么重的一个庞然大物送到天上去，有什么用处呢？我们从天空实验室的实验项目及其所装备的仪器、设备就不难看出，它的主要任务是对地球进行侦察。因此它的军事目的也就显而易见了。当然，天空实验室也有它一定的科学研究意义，如外刊所报道的，可以勘察地球资源；研究太阳活动过程和电磁辐射现象；进行新技术、新材料的试验；研究长期失重对人体健康的影响，探明人对宇宙环境与航天因素的适应能力；以及进一步发展航天操作技术和装备。

众所周知，六十年代载人航天活动是以飞船为中心，任务由简到繁，积累了操纵飞船、两艘飞船的会合、对接和航天员出舱活动的大量资料和经验。七十年代在这一基础上发展了实验性航天站，它具有容积大，航行时间长和由各种专业人员组成航天乘员的特点。其目的是为扩展人们在空间生活和工作能力，使近地轨道成为科学研究和军事活动的场所。展望未来，载人航天将成为经常性的活动，并有可能建立起组合式的大型航天站。

名词解释

阿波罗 希腊神话中有一个神的名字叫做阿波罗。美帝将载人登月计划称为阿波罗计划，飞船型号定名为阿波罗，它包括指挥舱、登月舱和服务舱。

土星—5 是由代号为S—1C、S—2和S—4B的单级火箭所组成的三级液体火箭，主要用于“阿波罗”飞船载人登月飞行，发射“天空实验室”的是经过修改的两级型“土星—5”火箭，其第三级（S—4B）被改装成天空实验室的轨道工场。

土星—1B 是由代号为S—IB和S—4B的单级火箭所组成的二级液体火箭，主要用于“阿波罗”飞船载人轨道飞行。

粒子辐射 上文所讲的粒子辐射，是指来自宇宙空间的粒子射线。粒子辐射主要包括：地磁捕获辐射——地磁场捕获的高能粒子（既有质子也有电子）。2. 太阳耀斑宇宙辐射——由太阳耀斑放射出来的高能质子和电子。3. 银河的宇宙辐射，它是由在太阳系以外得到了相对性速度而运动的剥落原子（核）、电子和正子组成。粒子辐射的穿透能力比X射线或放射性元素发射的射线强得多，但是，由于大气层的保护，对地球表面的人们并不造成威胁。可是，对于从事航天活动的人员来说，由于没有大气层的保护，对他们将造成危害。

失重 当飞船沿着地球轨道作惯性飞行时，飞船内的物体在所受到的地球引力被惯性力抵销时就能漂浮起来，这种现象称为失重状态。失重这个术语的含义是指人在航天时失去地面上所习惯的重量感觉而言。真正的无重力状态只有在安全脱离重力场的情况下才存在。

气垫起落架



汪者年

近十几年来，随着航空科学技术的发展，出现了一种新型的飞行器——“地面效应飞行器”（又叫做“气垫”飞行器）。人们根据“气垫”原理，产生了用它帮助飞机起落的想法。但是，要实现这个想法，还要克服许多技术上的困难。

为了解决机场问题

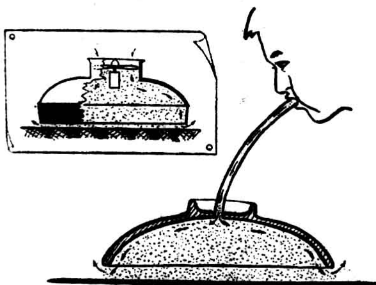
飞机的起飞和降落需要滑跑一定距离，尤其现代超音速飞机不但要求跑道长，而且要很坚固，才能适应它的要求。这对建造机场提出了更高的要求。有人做过这样的统计，要修建一个能供喷气飞机起落的普通机场，需占地十五平方公里以上，费用四千多万元，而且其中有一半要用在修建水泥跑道上。机场占地面积大，费用昂贵还不算，一旦有战争发生，跑道是最容易被敌人袭击的。只要跑道一被破坏，那怕它上面只有一个很小的弹坑，那么全场的飞机便不能起飞而面临危险。因此，很久以来人们就考虑着这样一个问题：是否可以不要跑道？

直升飞机、垂直起落和短距离起落飞机都是解决的途径，但它们也各有弱点。例如，直升飞机不能飞的很快，而垂直起落或短距离起落飞机在起飞、降落时又往往要消耗很多燃料，同时结构复杂带来了重量增加，因而影响了它们的飞行距离。

能不能再找一些新的途径呢？这是人们会很自然想到的问题。

新途径

气垫器的出现，给人们提出了一个新的行驶原理。它既不靠轮子支持在地面上，也不象船舶那样，靠船体排水的静浮力。它是靠气垫器下面形成的“空气垫子”得到支持力。这就象我们往一只扣在桌面上的碗里吹气，它就能浮起来一样。但是，像这样的气垫器只是一个原理模型，并不能当作运载工具，因为它与地面的间隙那么小，只要有一个很小的凸起就能把它卡住，使之走不过去。但要使它与地面的间隙再增加一点，就得增加几倍甚至几十倍的发动机功率来供给气体。



如果往一只扣在桌上的碗里吹气，碗的下面就可能形成“空气垫子”，能够把碗托起来。

为了解决这个问题，目前实用的气垫器上都使用了“柔性围裙”。它用涂胶织物做成，象围裙一样围在气垫的四周，代替原来硬的边缘。这样装有“柔性围裙”的气垫器上，它的“围裙”与地面的间隙仍然很小，但当它遇到障碍物时，“围裙”就能自动地变形，把它们“让”过去。所以装有“柔性围裙”的气垫器就成了一种越野性较强的交通工具，它能在陆地、水面、冰、雪、沼泽上面行驶，运动阻力很小。它也能越过小于“围裙”高度的障碍物而不引起很大的震动。

气垫器的出现给解决机场问题提供了一个新的途径，它有可能使普通的飞机不做重大的改变，只把原来的轮式起落架用气垫代替。这时由于气垫面积要比原来机轮的接地面积大几十甚至几百倍，这就大大地减小了飞机对地单位面积上的压力，再加上气垫器的那些越野性能，就有可能使装有气垫起落架的飞机不用专门的水泥跑道，而能在任何田野上，甚至冰、雪、沼泽、水面上起飞降落了。

需要解决的问题

要把气垫装在飞机上，使它适合一切飞行的要求也不容易，这还必须解决一些新的问题。例如，装在飞机上的气垫必须象轮式起落架一样是可以收放的，否则它将在飞行中给飞机带来比轮式起落架大得多的阻力。再说现代飞机的机身本来容积就不大，要装上围裙、风扇、传动机构以及专用的发动机，也必须很好地布置才行。

装有气垫起落架的飞机在地面停放时怎么办呢？因为如果发动机停止了工作，风扇就不能给气垫供气，这时气垫就会丧失支持力。

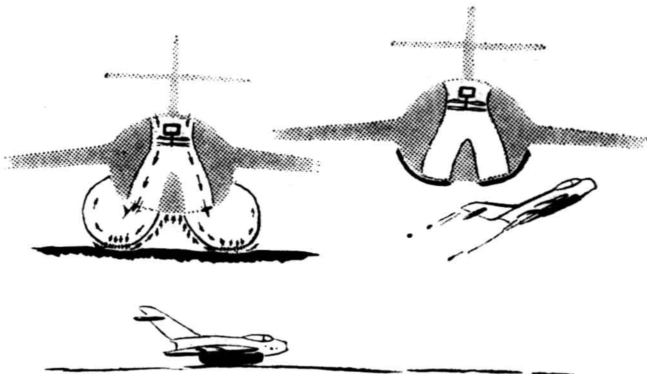
气垫器的刹车性能不好，这在飞机上，特别是在着陆时是不能允许的。因此还必须解决气垫起落架的刹车问题。

气垫器还有个毛病，就是从气垫四周喷出来的空气会弄得尘土飞扬或水花四溅。但这在飞机上却是个问题，因为无论是尘土还是水花一旦吸到发动机里面，就会造成很大的麻烦。

还有一个高速行驶的问题。目前实用的气垫器的最大行驶速度一般都不超过二百公里/小时，而有些飞机的起飞速度要超过这个数值，在高速下气垫会发生什么新的情况呢？这也是一个值得注意的问题。

目前的情况和发展

为了对有关气垫起落架的问题进行研究，有人在一架用一台一百八十马力的发动机推进的轻型水上飞机上装了气垫起落架。它的气垫起落架装在机身的下面，这个气垫是由两个直径约为零点六米的气囊围成的。气囊用涂橡胶的多层尼龙织物做成的。它有弹性，不充气时可以紧贴在机身的下侧方。在机身中部有一台九十马力的发动机，带动一个轴流风扇给气囊供气。风扇把空气压到气囊里，使它膨胀起来。在气囊的下面有数千个小喷口，空气就从这些喷口中喷出来，在气囊与地面之间形成气垫把飞机浮起来。起飞降落时飞机就可以利用气垫滑行，靠气囊的变形可以越过障碍。在大气囊的下侧方有六个小气囊组成的制动器。当这些小气囊不充气时，它不起作用。当飞机要进行刹车时，便给这些小气囊充气，被充了气的小气囊便凸起而增大了气囊面与地面的接触，靠摩擦力进行刹车。为了保证飞机的停放或在水中漂浮，在大气囊的内部还有一个象车带内胎似的气囊。当它被充气的时候，便可以把外部气囊上的小喷口堵死，这时不用风扇供气飞机也能得到气囊的支持力。在水上它就是浮体。这套气垫起落架共重一百一十七公斤。



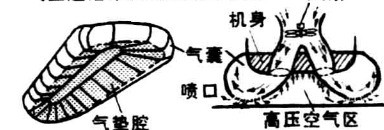
左上图是飞机起飞前，风扇给气囊供气，使它膨胀起来；起飞后，风扇不再供气，气囊就紧贴在机身上，如右上图所示。

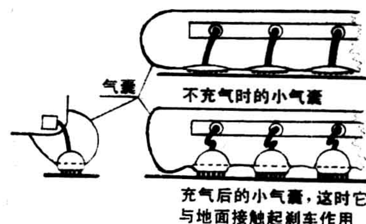
这架装有气垫起落架的飞机巡航速度为二百零一公里/小时，起飞滑跑距离为一百九十八米，着陆滑跑距离为一百四十五米。这架飞机已进行了多次陆上和水上的起飞着陆试验。

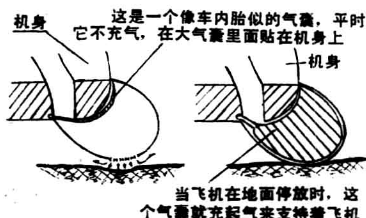
此外，还有人进行研究，准备把气垫起落架用于运输机上和喷气战斗机上。

气垫起落架是很有发展前途的，但要达到实用阶段还必须解决很多困难问题，而这些问题的解决又会反过来促进其它气垫器的发展。

气垫起落架构造原理示意图







航空科技简讯

△一九七一年六月，苏联“联盟十一号”载人飞船从地球轨道上下降，在返回地面的过程中，发生了三名宇宙航行员全部在飞船中死亡的悲惨事故。他们的死因，苏联官方一直未予公布。

直到去年年底，有一组美国空间技术的官员和专家，到苏联谈判两个超级大国称霸空间的有关问题，在美国方面坚持要求下，苏方向他们透露了这次事故的一些细节。据美国航空报刊报道，联盟十一号飞船上有两个座舱减压活门，它们本来应当在飞船下降到离地面约五千二百米和四千二百米的时候分别打开，以便座舱通风。可是，在那次飞行中，当联盟号飞船刚开始从地球轨道下降时、其中一个活门就出了毛病；使座舱往外漏气了。这时飞船周围的大气还极为稀薄，座舱一漏气，舱内压力就迅速下降，估计在四十至五十秒之内，飞船内的三名宇航员就因此而死亡了。临死之前，他们觉察到了活门的毛病，企图搬动一个手柄装置来制止座舱漏气，但是由于很快失去知觉，来不及做到这一点。



飞机拉白烟

本栏解答：李　训

飞机从高空掠过，在蔚蓝色的天空留下一条白云似的尾迹，构成一幅银燕划长空的图画，显得格外壮观、美丽。人们常把这种现象叫做飞机"拉烟"。秦皇岛、兰州、上海等地读者来信问：喷气式歼击机在高空飞行，为什么会拉出长长的白烟？为什么有时机翼的翼尖也能拉出白烟？

其实，它不是飞机拉出来的烟，而是飞机在飞行中破坏了大气原来的状态，形成的一种"云"。现在就飞机"拉烟"问题作一简单介绍。

寒冷的冬天，人们的口里常常会呵出一缕缕雾气。这是由于呼出来的气热而又含有较多的水汽，当它和外界冷空气混合后，温度迅速降低，其中的水汽就会凝结成很多极小的水滴，这就是雾气。飞机"拉烟"的成因与此相似。

由于飞机的发动机使用的燃料是一种碳氢化合物，在它燃烧的时候，其中的氢气和空中的氧气就会结合起来，形成大量水汽，同时还释放出许多热量(例如燃烧一公斤的煤油，就可以产生约一点二三公斤的水汽和约一万零三千卡的热量)。这些含有大量水汽的高热废气排出发动机以后，与外界空气迅速混合，使周围空气的温度和水汽增加。温度增加对水汽凝结不利，而水气增加却有利于凝结，因此，究竟能否凝结，主要决定于外界空气原来的温度和湿度。

若外界气温很低，废气和空气混合后气温也就较低，如果外界空气湿度又大，混合空气中的水汽量就容易达到饱和，以至凝结成足够多的小水滴而形成白烟。我们常见到的飞机"拉烟"多出现在八千至一万米的高空，因为这个高度上的气温很低（约在摄氏零下四十度至五十六度）的缘故。这种白烟通常在飞机后面五十至一百米处开始形成，宽度约为五至十米(指单发动机的喷气歼击机)，维持时间一般较长。如空气中乱流作用较强时，白烟也会较快地扩散而消失。

若外界气温不很低，废气和空气混合后气温就比较高，这样，即使外界空气的湿度较大，水汽也不容易凝结而形成白烟。有时飞机通过很薄的云层，甚至还会使云中小水滴受热蒸发，形成一条云缝。

也有这种情况，飞机所在高度的空气温度和湿度，不能满足形成白烟的要求，但当空气和废气混合后，因温度升高，密度减小，混合气体会自动浮升。如果此时附近的空气又不稳定，则浮升运动就会得到发展。在浮升过程中，混合气体温度不断降低，到一定高度后，如果遇到的空气湿度又大，此时温度降低到正好符合要求，那么，混合空气中的水汽量就会饱和，发生凝结形成白烟。这种白烟宽度较大，维持时间较长。由于形成这种白烟需要一段较长的浮升时间，所以，它往往出现在飞机后面几百米到几千米以外的天空。

此外，当飞机在中、低空飞行时，如果空气湿度很大，在翼尖处有时也会拉出白烟来。这是因为在飞行中机翼下方的压力要比上方的压力大，由于这种压力差，空气就会从机翼下方绕过翼尖向机翼上方流动。飞机迅速前进，这种绕翼尖流动的气流就被拉在后面，形成长条螺旋状的翼尖涡流。涡流中的气体迅速旋转，由于离心力的作用，使它向外膨胀，因此其中心的气压降低，温度也随着下降，于是空气中的水汽就会在低温下达到饱和而凝结形成白烟。这种白烟形成后消失较快，一般不容易被注意。

飞机拉的烟，一般在几十里以外就能看见，很容易暴露目标，显示出飞机的动向、数目、队形和战术企图来。因此，我们既要善于利用它，又要注意避免它。在空战中，争取优势高度时，飞机应尽量避免产生"拉烟"，以免过早暴露自己。但也可以故意利用飞机"拉烟"，引诱敌机进入我方预选的空战区作战。此外，还可利用敌机拉的烟掩护自己，隐藏在敌机尾后，待接近时，乘敌不意，实施突然攻击，达到出奇制胜的目的。

由于飞机"拉烟"要求具有一定的大气条件，如果没有这种条件飞机能否"拉烟"呢？可以，这就是用利用人工"拉烟"的方法。高速飞机在高空作飞行表演时，为了使地面观众容易看清，就常常装有人工"拉烟"设备。它是一个盛有百分之四十硫酸酐和百分之六十氯磺酸混合剂的容器。硫酸酐是主要发烟剂。它发烟能力强，但是不便用喷洒的方法向空中施放。用氯磺酸作为硫酸酐的溶剂，与硫酸酐混合使用，不但便于喷洒，形成白色烟雾的效果也较好。飞行时利用压缩空气将发烟剂喷洒到空气中，就可形成白色的烟带。这是因为硫酸酐和氯磺酸能很快地与空气中的水汽作用，生成硫酸、硫酸蒸气和氯化氢蒸气。硫酸蒸气很容易凝结成微粒，构成白色的硫酸雾。硫酸雾继续吸收水汽成为硫酸蒸气微粒，便构成更浓的白烟。

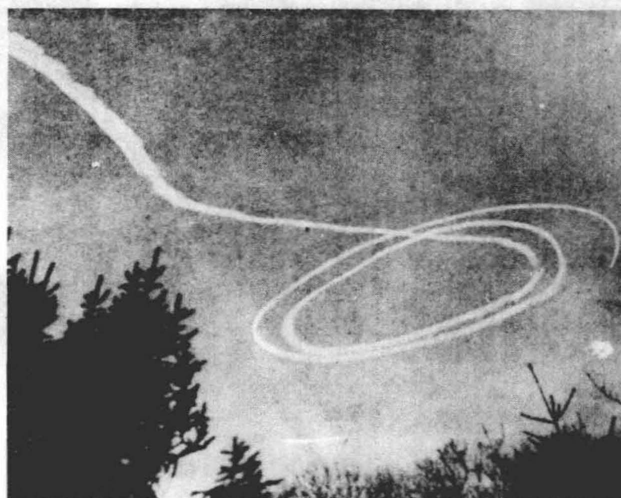
人工"拉烟"除用于飞行表演外，在飞机训练中，还可用来帮助地面观察飞机在高空的飞行情况。

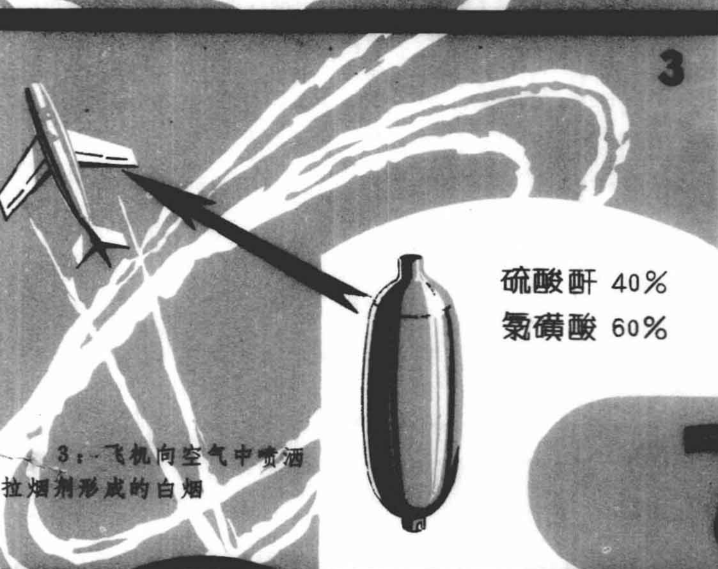
飞机"拉烟"是飞机在飞行中出现的一种现象，只要通过实践，我们就能够认识它和利用它。

飞机拉白烟

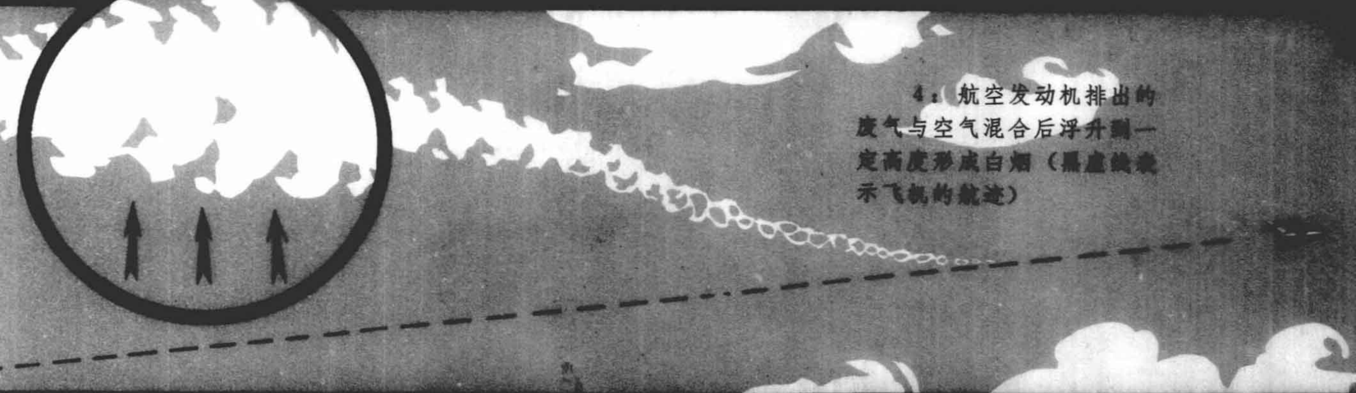



1、2：飞机在八千至一万米高空飞行时形成的白烟（圆圈内局部放大图表示航空发动机排出的高温废气与冷湿空气混合的情形）





3：飞机向空气中喷洒拉烟剂形成的白烟

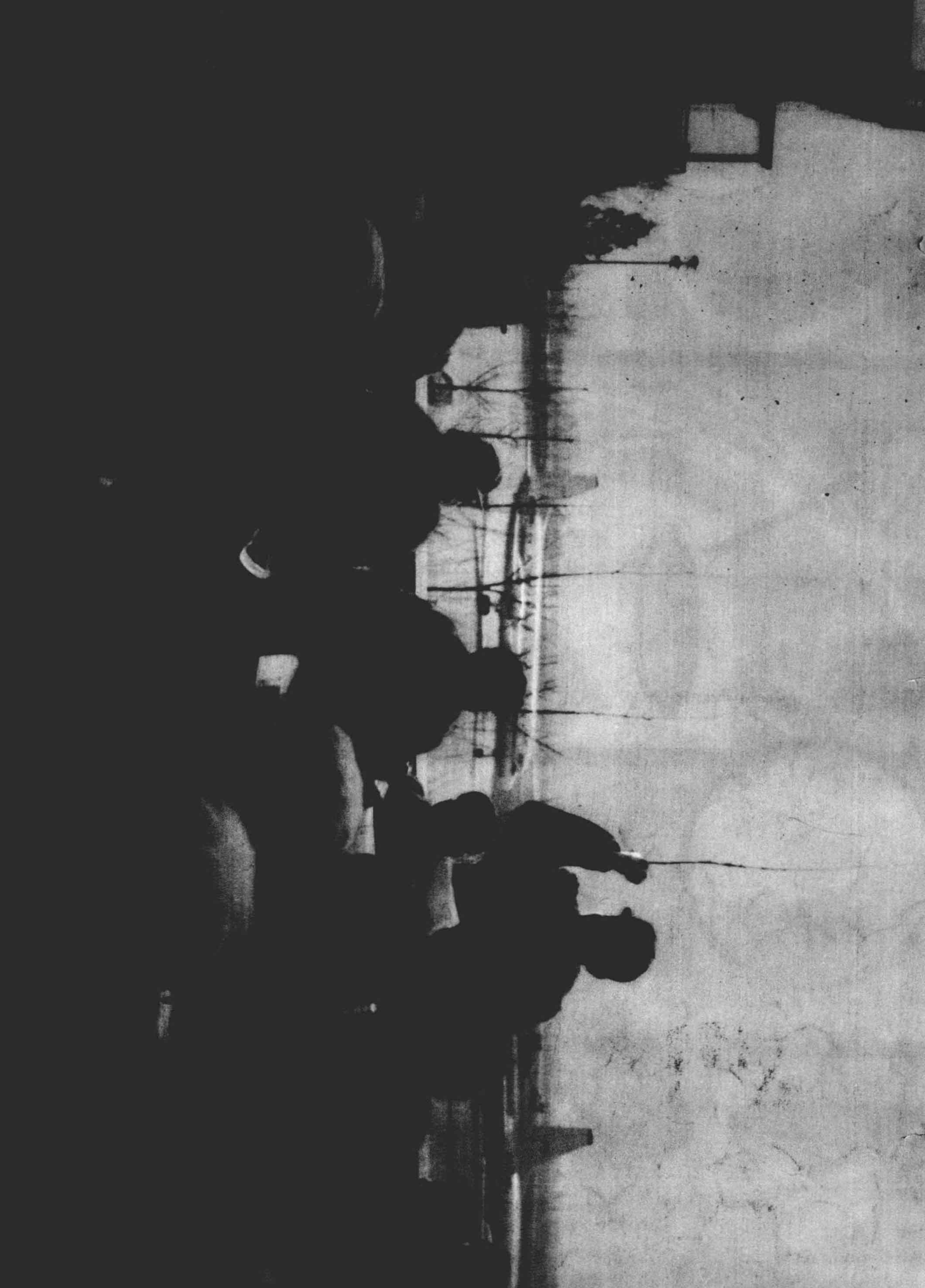



4：航空发动机排出的废气与空气混合后浮升到一定高度形成白烟（黑虚线表示飞机的航迹）




5：上图表示飞机机翼的翼尖在飞行时形成的空气扰流

上图表示飞行时翼尖涡流形成的白烟（圆圈内局部放大图表示在涡流横断面中的旋转气体由于离心力的作



航空知识

6

蓬勃开展的青少年航空模型活动

在毛主席无产阶级教育路线指引下，全国许多城市和农村的中小学开展了青少年航空模型活动。这对培养同学们德、智、体诸方面的全面发展，丰富课余生活，起了积极的作用。





上图：西安市莲湖区东升小学中学部航模小组正在试飞。　阎光明摄影

下图：这个航模小组的同学在研究飞机模型的构造问题。　阎光明摄影

右图：沈阳市八十八中学航模队的队员辅导该市[illegible]星街第二小学的同学开展航模活动。　何名泰摄影



展活动中采用走出去、请进来的办法。图为他们到空军某部请地勤战士讲解飞机构造知识。　何名泰摄影





毛主席语录

抓革命，促生产，促工作，促战备。

独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国

航空知识

一九七四年六月号目录　六月一日出版

在这一期

在批林批孔运动蓬勃发展的大好形势下，我国航空部门的广大工人、干部和技术人员，意气风发，斗志昂扬，决心在毛主席革命路线指引下，在党委的统一领导下，牢牢掌握批林批孔这个斗争大方向，**团结起来，争取更大的胜利**。他们牢记毛主席『**抓革命，促生产**』的教导，坚持『**独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国**』的方针，积极开展技术革新活动，促进生产发展。本期发表的《技术革新开红花，狠狠打击帝修反》和《抓批林批孔，促航空生产》等文章和速写，反映了航空战线大好形势的一些侧面。

目前，全国许多城市和农村的中小学开展了青少年航空模型活动，本期《实践出真知，银燕展翅飞》等文章和照片，介绍一些学校开展航模活动的情况。

编辑　中国航空学会航空知识编辑委员会
出版　航空知识杂志社
　　　地址：北京市学院路
印刷　北京新华印刷厂
　　　北京胶印厂
发行　北京市邮局总发行，全国各地邮局订购
代号：2-410　印数：215,500　定价：0.20元



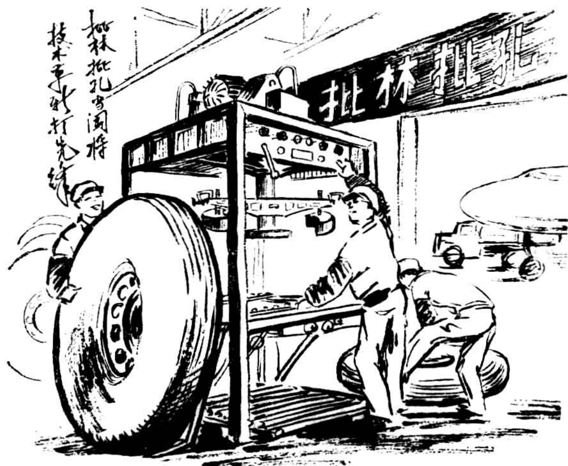
技术革新开红花　狠狠打击帝修反

民航地勤机械员　**李其龙**

资产阶级野心家、阴谋家、两面派、叛徒、卖国贼林彪，顽固地站在地主资产阶级立场上，完全继承了孔老二的衣钵，拚命鼓吹“生而知之”的天才论，“上智下愚”的唯心史观，其险恶用心，就是以此作为他篡党夺权的反革命理论纲领，妄图颠复无产阶级专政，复辟资本主义。但是，历史的车轮不容倒转，事实总是和一切反动派的愿望相反，只有劳动群众才是推动历史前进的动力！在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我们自己动手，依靠群众，试制成功的一台半自动飞机轮胎拆装机，就是又一明显的例证。

飞机轮胎拆（分解）、装（装配），是航空机务中一项经常的工作。过去刘少奇、林彪之流推行洋奴哲学和爬行主义，妄图扼杀我们劳动群众的智慧和创造力，使我们有劲没处使。无产阶级文化大革命以来，随着我国民航事业的迅速发展，各种大型客机不断增加，国内外航线日益增多。革命和生产的大好形势，对地勤机务工作的现代化、机械化提出了新的要求。同时，我们也看到，在我们民航事业发展中，帝修反总想卡我们的脖子，社会帝国主义妄图让我们设备不配套而影响正常飞行，从中故意刁难。这一切更激发了我们坚决贯彻**独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国**伟大方针的信心。决心用实际行动，痛击林彪搞投降主义、卖国主义的罪行，狠狠打击帝修反。

为了改进大型飞机轮胎的拆、装工作，我们决定自己动手试制一台飞机轮胎半自动装拆机。在上级党委和基层支部领导下，由干部、机械员相结合，组成



研制小组。领导上叫我负责设计工作，我是一个战斗在地勤岗位上的普通机械员，不懂得什么高深理论，更没受过什么设计训练。其他同志大部分也是新同志。可是大家心想到一块，劲使到一块。大家自觉地学习和领会到毛主席关于**“思想上政治上的路线正确与否是决定一切的”**伟大教导，把党的基本路线始终作为我们的指导思想和动力，解放思想，破除迷信，坚持实践第一的观点。在实践中不怕失败、及时总结，不断前进。

我们利用在工作中积累的丰富的实践经验，集思广益，群策群力，你提一个方案，我提一个建议，做了一个又一个的设想，开了十几次座谈会，进行种种大胆的探讨。为了节约国家资金，我们尽量找废旧器材，改装成升降车作动筒，液压油管接头等种种部件。画图熬红了眼，电弧焊光刺痛了眼，白天黑夜地干，大家没叫一声累。同志们说得好：“为了和帝修反抢时间，为了使敌人的迷梦彻底破产，为了捍卫毛主席的革命外交路线，使我国民航飞机更好地沟通与世界各国的友好往来，甘愿吃大苦、耐大劳，大干流大汗。”我们把革命精神和科学态度结合起来，认真摸索各种类型轮胎的不同特点，细致分析拆装轮胎的规律性，终于在毛主席光辉哲学思想的照耀下，在党组织领导下，在我们中队全体同志共同努力下，在不到四个月的时间内，一台半自动化的、可用于多种型号飞机的轮胎拆装机试制成功了！它操作方便、安全省力（见插图）、能拆装现有各种类型飞机轮胎，工作效率比过去人工操作时，提高了五倍到十五倍，使地勤人员摆脱笨重的体力劳动，完全消除了过去有时因为轮胎拆装不及时而影响航班正常飞行的情况，为我国民航建设作出了应有的贡献。

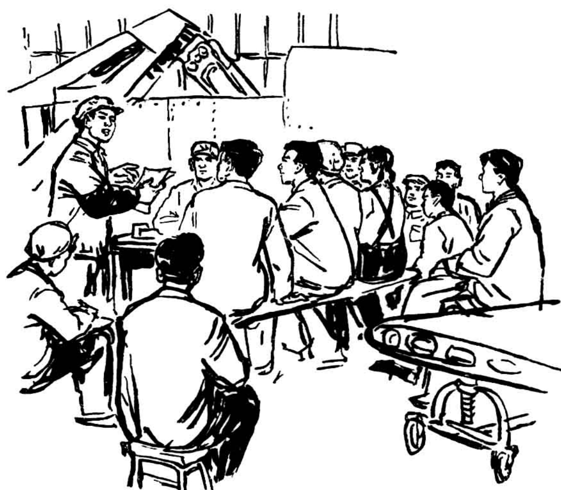
飞机轮胎拆装机的制作成功，是毛主席无产阶级革命路线的胜利，是贯彻**“独立自主，自力更生”**伟大方针的结果。同时也是对林彪宣扬的“生而知之”、“上智下愚”等反动谬论的最好批判！这充分证明了**“高贵者最愚蠢！卑贱者最聪明”**的伟大真理。我们一定要响应党中央的伟大号召，深入批林批孔，彻底肃清反革命修正主义路线的流毒，巩固和发展无产阶级文化大革命的胜利成果，抓革命，促生产，为建设一个繁荣富强的社会主义祖国而努力奋斗！

插图：张太昌

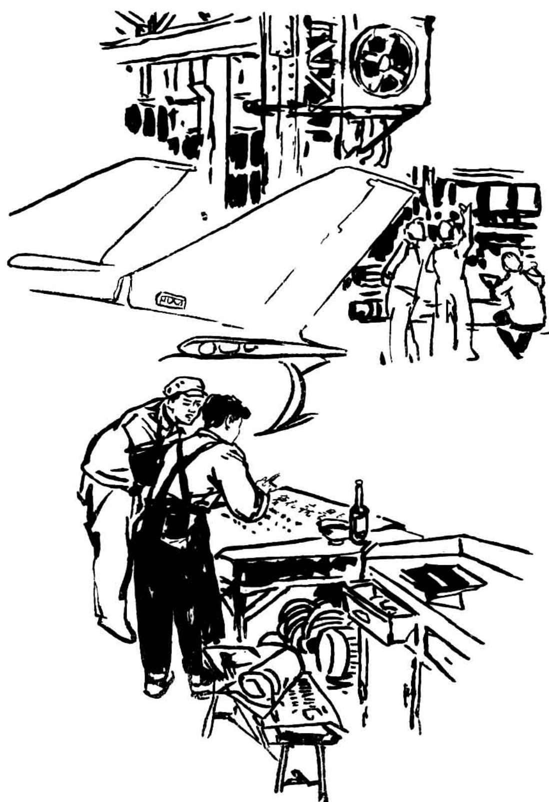
抓批林批孔
促航空生产

（速　写）

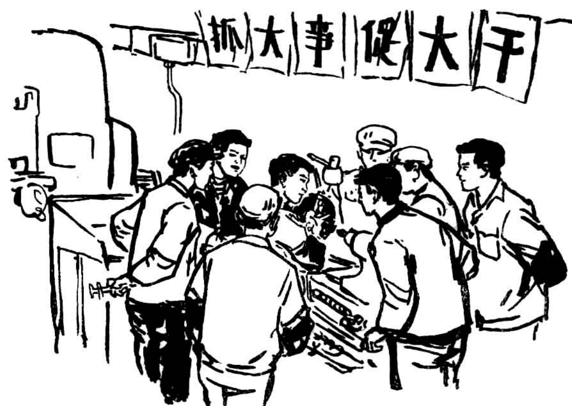
某飞机工厂工人业余美术组作



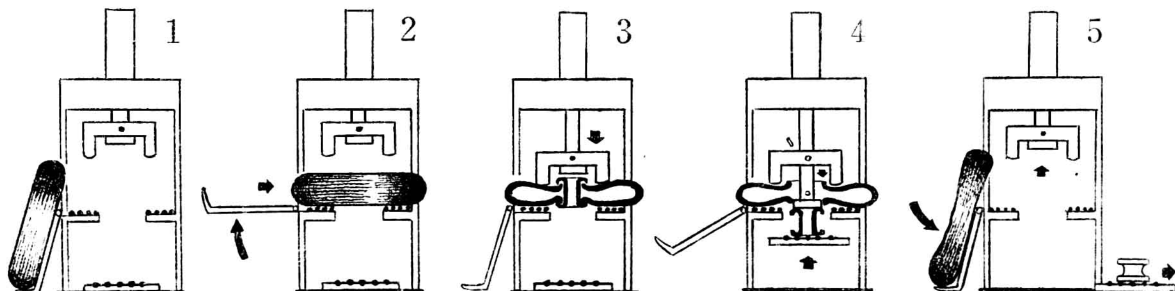
把学、批、联紧密结合起来，团结战斗，争取更大的胜利



狠批“克己复礼”，巩固和发展无产阶级文化大革命的伟大成果



抓革命，促生产，促工作，促战备，夺取革命和生产双丰收



飞机轮胎拆装机工作原理图

1. 轮胎待拆　2. 自动运至工作台　3. 液压作动筒压下外胎　4. 继续压下轮胎　5. 分解后的轮胎、轮胎分别运出



鲁　兴

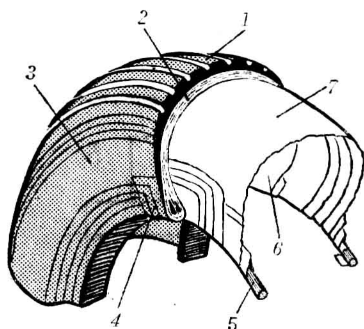
飞机的轮胎虽小，但它对确保飞机的飞行安全却起着重要的作用。本文就轮胎的种类及维护方法作一简介。

飞机的起落架上装有机轮，机轮工作的显著特点是高速滚动。当飞机起飞滑跑时，为缩短滑跑距离，要求机轮滚动阻力小，对地面压力小，即机轮通行性能要好；在着陆时，要求它能吸收飞机在着陆接地时的能量，并与地面产生尽可能大的摩擦力和提供良好的刹车效果，以缩短飞机着陆滑跑的距离；由于机轮滚动承受着重复载荷和高温，所以还要求它必须有足够的强度和耐疲劳性。除此之外，为便于飞机在地面运动和滑跑，机轮还应提供良好的机动性和减震性，以及对松软道面的适应能力等。如果起落架上没有机轮，飞机便无法在地面运动，更谈不上起飞和着陆了。轮胎是机轮的组成部分，它的性能的好坏，对飞机安全起飞、着陆以及地面的正常运动有着重要的影响。

轮胎的分类

根据轮胎充气量的大小，通常将轮胎分为四类：

低压轮胎　轮胎气压为每平方厘米两至三公斤。它胎面宽度较大，对地面压力小，适宜在松软道面上滑行；在承受载荷时，它的压缩量较大，能吸收较多的能量。由于它胎面较宽，不便于收入高速飞机的薄机翼内，所以它多用于低速、轻型飞机或某些飞机的尾轮。



图一　内外轮胎的构造

1. 胎面花纹；　2. 胎面加强帆布层；　3. 侧壁胶面；　4. 胎缘防磨条；　5. 钢丝圈；　6. 橡胶衬层；　7. 胎体帆布层

中压轮胎　轮胎气压为每平方厘米三至五公斤。它的胎面较低压轮胎窄点，工作性能介于低压与高压轮胎之间，常用在起飞着陆速度不太大的飞机上。

高压轮胎　轮胎气压为每平方厘米六至十公斤。它与低压轮胎正好相反，胎面较窄，便于收入高速飞机的薄机翼内。由于它的充气压力大，所以多用在起飞着陆速度较大的高速飞机上。但它对地面压力大，因此要求跑道抗压性能要好。

超高压轮胎　它是近几年来才开始采用的。轮胎气压为每平方厘米十公斤以上。它的胎面宽度很小，对薄翼型高速飞机尤其适用。由于它对地面的压力比高压轮胎更大，所以装这种轮胎的飞机只能在抗压强度较大的跑道上起降。

如果从构造上分，轮胎可分为“内外轮胎”和“无内胎轮胎”两类。

轮胎的构造

内外轮胎由内胎和外胎组成（图一）。

内胎是一个用优质软橡皮制成的密封环形囊，它上面有一个充气嘴，嘴内有用来充气的气门芯。

外胎包括帘线层、外表橡皮层、缓冲层和胎圈四部分。帘线层是外胎的主要受力部分，它是由若干层涂胶的帘线迭合成的。为使各层帘线结合更紧，在每两层之间还有一层隔离胶。帘线层的数量是由外胎承受载荷的大小和帘线材料的强度等决定的，一般从几层到二十、三十层不等。常用的帘线材料有棉线、人造丝、合成纤维（如卡普隆等）和钢丝。外表橡皮层由弹性好、强度大、耐磨性和耐热性高的橡皮制成。它是用来保护帘线层的。由胎面橡皮层和胎侧橡皮层两部分组成。胎面橡皮层因直接与地面摩擦，所以较厚。缓冲层位于胎面橡皮层与帘线层之间，由数层橡胶粘合或数层较稀的帘线胶合而成。当外胎受尖硬物体撞击时，由于缓冲层的扩散作用，使帘线层受力趋于均匀。此外，它能使胎面橡皮层与帘线层结合更紧，当外胎受剪切力作用时，胎面橡皮层与帘线层不易脱开。胎圈包括钢丝圈和胎口涂胶包边布。钢丝圈是胎圈的骨架，具有很大的抗拉强度，它用来保持胎口的形状，并使外胎牢固地卡在轮毂上，载荷通过它传给轮毂。胎口涂胶包边布可使胎口部分不致被轮毂磨坏，并防止水分进入帘线层。

无内胎轮胎的结构与内外轮胎基本相似，不同的是在外胎的最里面有一层用来代替内胎的橡胶气密层。在轮胎与轮毂之间，靠胎圈紧压在轮缘齿槽上来密封（图二）。它与内外轮胎相比，重量较轻；轮胎被刺破时漏气慢；充气嘴直接装在轮毂上，在轮胎与轮毂相对转动时，

不致损坏气嘴。但是，轮胎与轮毂之间密封比较困难。

轮胎的胎面型式

轮胎性能与胎面的花纹型式有密切的关系，胎面花纹型式不同，轮胎的承压能力、刹车效果和耐磨寿命等也各异。常见的胎面型式主要有以下几种：

光滑胎面　这种型式较原始，目前仅用在直升飞机上和某些飞机的尾轮上。

方块花纹　它常用在低压轮胎上，刹车性能很好，耐磨性较差。

条形花纹　这种型式应用最广泛。其轮胎的承压能力、耐磨寿命、刹车效果和方向安定性都较好。为适应高速滑跑的需要，出现了一种新型的“偶数条形”型式的胎面，胎面中央有一条沟槽，在高速滑跑时，中心部位不致因摩擦过热而损坏。另外，它的条形花纹的棱角也较圆滑，既减少了胎面咬卡碎石的情况，在湿跑道上滑跑时，也减少了拖泥带水等不良现象的影响。

圆坑花纹　这种型式的胎面不易咬卡碎石，但易吸附雨水，降低了刹车效率，新型飞机上采用不多。

轮胎的维护

汽车在行驶途中轮胎坏了，调换以后，可继续行驶；飞机在起降时轮胎坏了，就很容易发生危险，造成严重事故。所以必须正确使用和维护轮胎，以保证飞行安全。

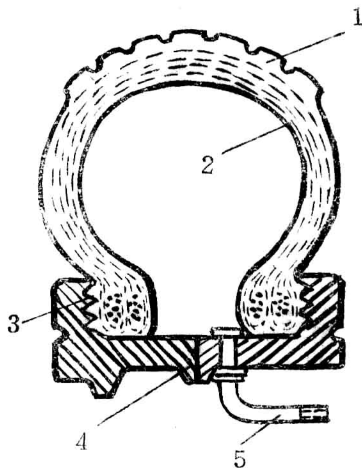
正确掌握轮胎的充气压力　各类飞机轮胎压力均有规定，它是根据停机载荷、重复载荷的状况，使用的速度范围，减震性能和磨损情况等方面的要求确定的。轮胎气压过小，会影响飞机滑跑性能，使轮胎提前疲劳损坏，甚至使起落架缓冲支柱产生刚性撞击等；气压过大，撞击时帘线层易因受拉力过大而损坏，甚至发生轮胎爆破。刹车时胎面也易磨损而使寿命降低。还会降低减震性，使起落架结构件受力过大，以至发生意外事故。所以，必须按规定进行充气。

飞机重量改变时，一般说来，轮胎充气压力应随着变化。如果飞机起飞重量增加不多，考虑到飞行中燃料的消耗，从飞机着陆时轮胎的工作条件出发，可以不增加轮胎的充气压力，如果起飞重量增加很多，就需要从起飞工作条件着眼而适当增加轮胎的充气压力。

保护轮胎免受自然条件的损害　自然条件对轮胎的影响是很大的。日光中紫外线的照射，空气中氧气、臭氧的氧化作用，都会使轮胎表面发硬、变脆和裂纹，即“老化”。轮胎老化后，强度会大大降低。因此，飞机长期停放和烈日下停放时，机轮应套上布罩加以保护。帘线层吸水后强度也会下降，所以应在停放飞机机轮下垫以木板。在积水、积雪、结冰的道面滑跑，应正确使用刹车，防止“拖胎”现象，以免磨损轮胎。此外，还应保护轮胎不受杂物划伤和刺破等。

轮胎除按上述情况维护以外，还应按规定的要求进行储存和保管。对于不符合使用标准的轮胎，要及时进行更换，防止事故发生。

航空事业的发展对飞机起降性能提出了更高要求，飞机轮胎的材料、结构和性能正不断改进，型式更新、性能更好的轮胎必将出现。



图二　无内胎轮胎的构造
1. 外胎；　2. 橡胶气密层；　3. 齿槽；4. 轮毂　；　5. 充气咀



滑翔新学员

本栏解说：何名泰

沈阳市体委为了推动青少年航空运动的开展，支持和协助中小学生开展有益的课余活动，决定以沈阳市八十八中学航模队为基础，成立了沈阳市航模队，同时从该校三年级一班抽出十二名同学，成立了一个滑翔训练班。读者们从本期封面上所看到的照片，就是滑翔班的新学员正在学习滑翔基本技术的情景。

照片上，坐在滑翔机前座听取教练员辅导的，是这个滑翔班的班长吴瑕同学，她是一个优秀团员和三好学生，今天她和同学们就要飞上祖国的兰天，感到格外的高兴。她们决心为保卫祖国和建设祖国努力锻炼身体，努力掌握滑翔飞行技术，为把自己培养成为德、智、体全面发展的无产阶级革命事业接班人而努力。

她们乘坐的滑翔机，是由我国自行设计和制造的一种双座初级滑翔机，名叫『解放五型』。这种滑翔机有两个座位，装有两套连动的驾驶杆和脚蹬等操纵设备。在进行初步的滑翔训练时，学员坐在前座，教练员坐在后座，进行空中带飞练习（参看封底照片）。一般初次学习滑翔的学员，经过三四十次的带飞练习后，便可以单独在空中作起落航线滑翔，包括起飞、上升、转弯、建立航线及目测着陆等基本飞行动作。这张照片拍摄时用的是彩色反转片，胶卷速度十九度，光圈十一，速度一百分之一秒。

飞机动力的演变

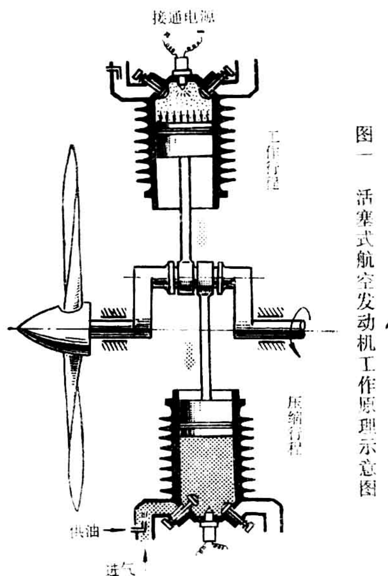
——漫谈活塞式航空发动机

张文清

本刊将分期介绍飞机动力的演变。活塞式发动机是飞机的第一代动力，我们就从它开始……

飞机是一种重于空气的飞行机械，自从人类驾驶它第一次翱翔于蓝天，实现了人类征服长空的理想以来，已有半个多世纪的历史了。

飞机的发展经历了一个从飞得较慢到飞得较快、从驾驶操纵不太自如到驾驶操纵比较灵活、从飞得较低到飞得较高、从飞得较近到飞得较远的过程。与此同时，作为飞机动力的航空发动机也相应地经历了一个不断增大功率，由活塞式发展到喷气式的重大技术演变过程。例如，今日正在试飞的某超音速客机动力的功率竟高达十五万马力，与装在第一架飞机上的动力装置的功率相比，竟增大了一万两千余倍！不仅如此，在结构上，今日的喷气式发动机也象当年的活塞式发动机一样，自成体系地发展了包括涡轮喷气发动机、涡轮螺桨发动机、涡轮风扇发动机和涡轮轴发动机等类型的各种结构形式的燃气涡轮发动机。今日喷气式发动机已成了各种军、民用飞机的主要动力。仅有某些性能比较好的、特别是轻型的活塞式发动机仍在一定范围中继续使用。这表明**"在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。"**



图一 活塞式航空发动机工作原理示意图

活塞式发动机——飞机的第一代动力

工作原理 活塞式航空发动机是从汽车发动机发展出来的，所以具有汽车发动机的某些特点，即：油气混合气在气缸内燃烧，产生很大的压力将活塞压向下方（见图一），通过连杆机构将活塞的往复运动转变为曲轴的转动（象手臂推辘轳转动一样），输出功率。然后，通过减速器将转速降低，带动螺旋桨，从而产生飞机前进的拉力。

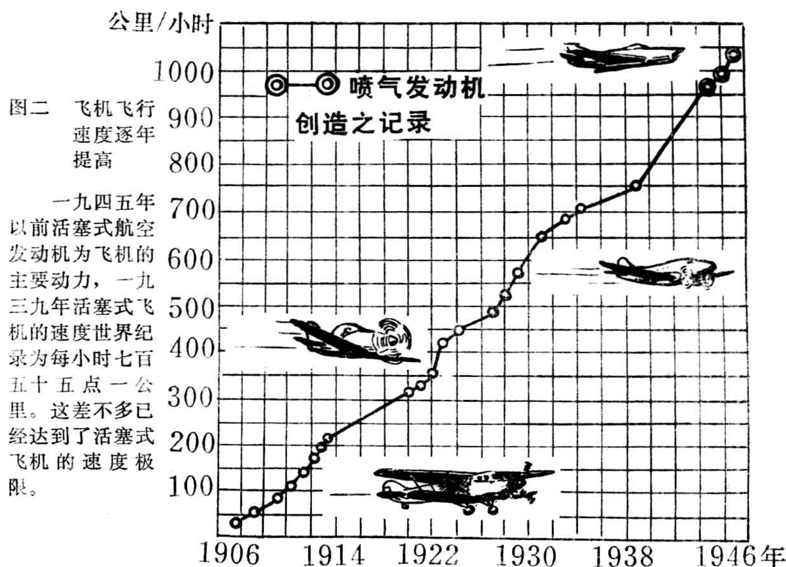
油气混合气在气缸内燃烧，产生向下的压力，迫使活塞带动曲轴转动，是发动机工作的核心。但是要完成这一工作行程，既要将空气引入气缸内，并将空气压缩，还必须将燃烧后的混合气排出气缸之外。所以在这种发动机上有进气、压缩、燃烧与工作和排气四个行程，循环地进行。曲轴每转两圈完成一次循环。因此这种发动机也称为四冲程的活塞式航空发动机。虽然四个行程中，只有工作行程是唯一能产生力量和作功的行程，但是活塞式航空发动机都是多气缸的，除转动部件的惯性力作用外，如错开各个气缸的点火时间，则曲轴在每一转中都能受到几个力的推动而不停地转动。

发展概况 许多航空事业的开拓者，为实现动力飞行做了各种尝试。在他们建立的航空技术基础上，一九〇三年十二月十七日，莱特兄弟把一台四缸直列式水冷发动机装在他们的飞机上试飞，第一次获得成功。飞行时间五十九秒钟，飞行距离二百六十米，这是世界上第一架用活塞式内燃机和螺旋桨作动力的飞行。发动机的功率仅十二马力，重量却有七十七公斤。随后，在一九一〇年举行的国际飞行比赛中，我国出海谋生的华侨冯如驾驶着自己设计制造的活塞式飞机飞行了三十二点二公里，飞行速度为每小时一百零四点六公里，以惊人的成绩获得冠军，为我国人民在早期的航空史上作出了贡献。自那时以后，航空事业就在世界上得到普遍重视。

第一次世界大战初期，一九一四年末，德国首先使用飞行器突然向法国阵地投下炸弹，接着空袭伦敦，其后轰炸巴黎，这就震动了交

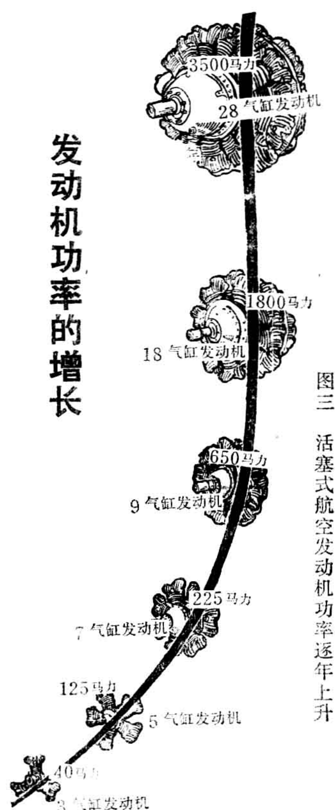
战各国，使人们意识到飞机是一种具有很大作战威力的武器。于是轰炸机和各种用途的飞机相继诞生。作为飞机第一代动力的活塞式航空发动机也获得比较快的发展。在发动机制造业方面，当时法国处于领先地位，它制造的“伊斯潘诺”V型发动机，最小的有一百五十马力，最大的有三百马力，重量马力比低于一点一。比较著名的”佩斯德“歼击机就装有这种发动机，飞行速度已超过每小时二百公里。当时使用的主要型式，类似汽车发动机，是液冷式。冷却系统笨重而复杂，作战生存力差，只要发动机的机匣被击穿一个洞，发动机便不能工作。

气冷式发动机主要是在第一次大战后才得到比较迅速的发展。在第二次世界大战中，已广泛用于轰炸机和海军飞机上。例如，在当时苏联卫国战争中起过重要作用的“图—2”轰炸机上，就装有一千八百马力的十四缸气冷式发动机“阿沙—82”，最大飞行速度为每小时五百五十公里。与此同时，在一些速度较高的战斗机上，仍然采用液冷式发动机，因为它的迎风面积小，使飞机的迎风面可以做成流线形。第二次大战中比较著名的液冷式发动机是英国的“梅林”发动机，其功率为一千五百马力，装它的飞机有“飓风”、“喷火”和“野马”等战斗机，最大速度达每小时七百六十公里，升限为一万五千米。



图二　飞机飞行速度逐年提高

一九四五年以前活塞式航空发动机为飞机的主要动力，一九三九年活塞式飞机的速度世界纪录为每小时七百五十五点一公里。这差不多已经达到了活塞式飞机的速度极限。



图三　活塞式航空发动机功率逐年上升

第二次世界大战以后，由于喷气技术的发展，就再也没有出现新设计的大功率活塞式航空发动机了。

功率大幅度增加　提高飞机的速度与高度，是当时对军用飞机的主要要求，而提高飞行速度的关键是改善飞机的气动性能和尽量增大活塞式发动机的功率。参看图二，一九〇六年飞机的飞行速度每小时四十一公里，到一九三九年，活塞式飞机创造的速度世界纪录为每小时七百五十五点一公里（一九四七年十月某型超音速喷气式试验飞机，飞行速度突破音速，达到每小时一千二百二十公里）。此外，提高飞机的飞行高度，也要求增大高空时的功率。因此除增大发动机功率外，还普遍采用了增压器，提高高空时发动机的功率。活塞式发动机的功率由一九〇六年的四十马力增大到一九四五年的三千五百马力，在此三十九年间，活塞式发动机的最大功率竟比早期的增大约九十倍（图三）。若与第一架飞机的动力相比，功率增大了三百倍！活塞式发动机的功率，在第二次大战期间及其以后的一段时间内，增长速度为最快。

比重显著下降　对于航空发动机，不但要求功率大，还要重量轻。因此，发动机的比重即发动机结构重量与其功率之比有了明显的降低。一九一四年为1.8公斤/马力，到一九五〇年降低到0.45公斤/马力（图四）。个别的更低，例如液冷发动机“格瑞芬”的比重仅有0.38公斤/马力。以比重为0.45公斤/马力来看，一台一千马力的活塞式航空发动机，重量只有四百五十公斤，这是地面使用的发动机所无法比拟的。例如解放牌载重汽车的发动机，重四百三十五公斤，却

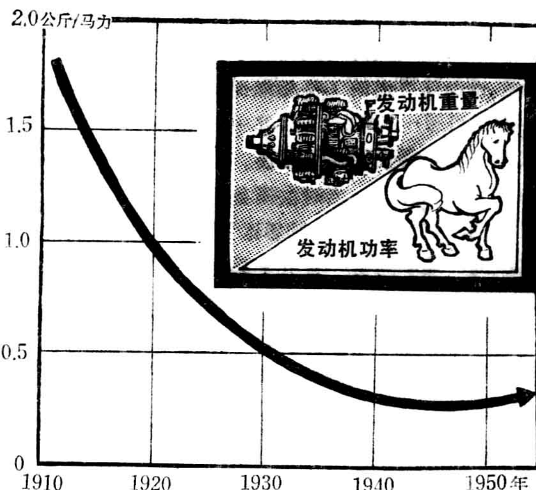
只发出九十五马力，比重竟相差十倍。

耗油率逐渐降低 表示发动机使用经济性的耗油率（发出每匹马力每小时消耗的燃油），也是逐渐降低，但下降幅度不显著。第二次世界大战前，活塞式发动机的巡航耗油率一般都在230～240克/马力小时之间，战后普遍下降到190～200克/马力小时。

单位容积功率不断上升 单位气缸容积功率即整台发动机每立升气缸容积发出的功率逐年提高（图五）。早期的活塞式发动机单位容积功率低于每立升十马力，到了五十年代，一般都达到了每立升六、七十马力。与解放牌汽车单位容积功率为每立升十七马力相比，可以看出活塞式航空发动机小巧得多。

综上所述，活塞式航空发动机的发展过程，就是不断提高功率、降低重量、缩小体积、改善经济性的过程。今日的喷气发动机仍然是沿着这个途径发展。

其他 在此期间，为了保证性能指标获得提高，在活塞式发动机的结构设计上也相应地采用一些行之有效的措施。例如，为了大幅度提高发动机功率，采用了向气缸喷水的措施；为提高发动机单位容积功率和高空性能，发动机上使用了由发动机曲轴经齿轮传动的增压器或废气涡轮增压器；为防止发动机排气门过热现象，采用了在排气门内部封入金属钠的冷却式排气门；为防止发动机实现高压缩比后出现的爆震现象，对燃料作了改进，采取了向燃料中添加防爆剂的措施等。



图四 发动机的比重显著下降，但一九五〇年后有上升的趋势。

新速度——新技术

飞机在空中的飞行动力是由它的发动机产生的，增加飞机的飞行速度的斗争，首先是增加发动机功率的斗争。例如总重五吨的轻型单座飞机，装一台一千五百马力的活塞式发动机，飞行速度为每小时五百公里，如果这架飞机每小时飞一千公里，则需要有一万二千马力。

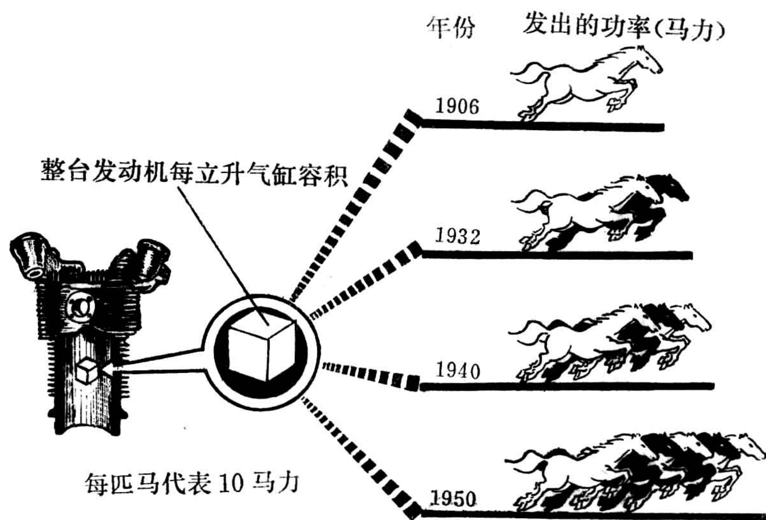
为什么飞机的所需功率随飞行速度的增加而急剧提高呢？这是因为：

需要功率与飞行速度的立方成正比；

飞行速度接近音速时，产生激波，螺旋桨效率急剧下降，飞机飞行阻力增大。

大幅度提高活塞式发动机的功率使发动机结构更为复杂，大大增加其重量和外廓尺寸，这意味着需要有更多的功率来支承多出来的重量，以及克服由于外廓尺寸增大而产生的附加阻力。

综上所述，可以清楚地看出，采用活塞式发动机螺旋桨组作为飞机的动力，要得到接近音速的新速度是不可能的事。伟大导师恩格斯曾经说过：**"社会一旦有技术上的需要，则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。"**第二次世界大战前后，由于战争的需要，在飞机领域中出现新的技术要求，特别是要求进一步提高飞机的飞行速度促使人们在原有飞机动力——活塞式发动机螺旋桨组的基础上，采用了新技术，创造出了一种在高速度下仍然保持相当高的效率的新型航空发动机——喷气式发动机。



图五 发动机的单位气缸容积功率不断上升

插图：王青生



風云哨兵

南京部队空军某部　**巨鹰　哲鹰**

一天下午，云雾茫茫。某部气象台响起了急促的电话铃声。受话器里传来了部队指挥员的声音：我机战斗出航，你们要随时注意航线和战区的气象变化。原来，敌人不甘失败，又要出了一个新花样，借着复杂天气施放高空侦察气球，进行间谍活动。

战斗命令传开了，整个气象台投入了紧张的战斗。观测员全神贯注地收听天气实况和监视天气变化，报务填图员一丝不苟地填绘高空图和地面图；预报员认真仔细地分析天气形势，不断地向指挥所提供气象情报。正在休息的同志们也跑上观测台，注视空中天气变化……他们心中只有一个信念："全力以赴，坚决打下间谍气球！"

万米高空，气浪翻滚，气球浮上浮下，忽左忽右地飘动。指挥员根据气象台提供的战区气象情报，引导战鹰鏖战在云天雾海中，一举击落了侵入我领空的高空间谍侦察气球。胜利的喜讯传开了，人们怀着兴奋的心情，等待着凯旋归来的战鹰。但是，由于战区远离机场，战鹰返航的油料已经不多了。这时战区气象变坏，严重威胁着空中战友的安全！这消息象火一样灼着地面指挥员的心，气象台同志更是万分焦急。"一切为了战友的安全！"预报组马上召开了"诸葛亮"会，分析研究返航途中的天气形势，帮助指挥员出主意、想办法。指挥员根据他们提供的资料，果断地指挥飞行员选择有利高度，穿过云雾，安全着陆了。

部队党委表扬了气象台一切为了战斗胜利的先进事迹，并且给预报组记了集体三等功。

管好变幻风云

在气象台，一提起预报员郭桂林，大家都会扳着手指头，讲出一大串他管天的事迹。

前年四月的一天，驻地附近出现了一场罕见的暴风雨。两架民航机被这突如其来的暴风雨包围了，飞机象万顷波浪中的小船。机上几十名阶级兄弟的生命安全处于危急之中！

险情就是命令。保卫人民生命财产是革命战士的神圣职责。部队立即投入了抢救民航机的战斗。指挥员召开紧急会议，研究抢救措施。在这种情况下，提供可靠的气象情报显得多么重要啊！指挥员正要打电话询问，只见预报员郭桂林气喘吁吁地赶到了指挥所，建议指挥员抓住机场雷雨过后的瞬间好天气，指挥两架民航机来我场降落。指挥员根据天气预报，立即引导两架民航机改大航线为小航线，巧妙躲过雷电的袭击，穿云破雾，安全着陆。看着两架民航机化险为夷，在场的指挥员一致夸奖郭桂林同志。

为什么郭桂林同志能及时无误地提供气象情报呢？说来话长，这是他热爱本职工作，摸索天气规律的结果。

老郭担任气象工作已经二十多年了，经验比较丰富。但是，刚到南方时，对南方天气的脾气摸不透，老是报不准。比如，拂晓时，天空晴朗，部队进场准备开飞。可是到了七、八点钟的时候，低碎云加多，能见度变坏，不能飞行，往往造成人力物力和时间的浪费。

怎样才能报准天气，管好变幻风云，完成好作战、训练的气象保障任务呢？老郭琢磨在心里。他想，虽然南方气候变化复杂，但总是可以认识的，总是有朕兆可寻，有端倪可察，有前后现象可供思索，"人的正确思想只能从实践中来"！于是，他一方面查阅历史资料，了解本地气候变化的趋势；一方面仔细观察现场的天气实况，对照比较，从中摸索规律。为了搞清机场能见度变化的情况，每天早上，他提前两个半小时起床进行观测分析。秋末冬初时节，高高的观测台上，冷风凛冽，寒气逼人，老郭却一站就是半天。经过一个时期的观测研究，初步摸清了能见度变化的来龙去脉，提高了预报的准确率。

郭桂林常说："气象员的每张图纸、每个数码，都连着革命的风云，连着战斗胜利和战友安全。"所以，他总是下苦功夫学习，孜孜不倦地钻研。他针对驻地雷雨、大风危害的情况，以顽强的毅力，把历年来的资料汇编成册，探索预报雷雨、大风的规律。

任凭风云多变幻，我自叱咤竟自由。郭桂林经过长期的钻研、摸索，逐步掌握了一些天气变化规律，较好地完成了飞行训练和升空作战的气象保障任务。

射流技术在飞行控制中的应用

沈 松 祥

射流技术的基本工作原理，是利用流体（气体或液体）作工质，使其通过不同形状的流路和空腔，以低能量射流控制高能量功率射流的强度、流向、流量和压力等方法，获得开关、放大和振荡等效应，从而制成各种射流器件，以在自动控制和计算技术中实现传感、计算和控制的功能。

射流技术是在六十年代发展起来的一门新技术。第二次世界大战以后，由于航空、宇宙飞行、导弹火箭等事业迅速发展，要求提供能在高温、强振动、强辐射、强腐蚀等极端苛刻的环境下可靠工作的自动控制系统。若采用传统的电子、机械、气动或液压等控制方式，则很难满足以上要求，而射流技术的出现正好适应了这些要求。因此，射流技术很快引起了人们普遍的注意，许多国家成立了数百个研究单位从事这方面的研究。

射流技术在飞行控制方面的应用主要包括飞机、直升飞机和垂直起落飞机的增稳系统、自动驾驶仪和自动飞行控制系统；导弹的制导和控制；火箭的飞行控制等几方面。

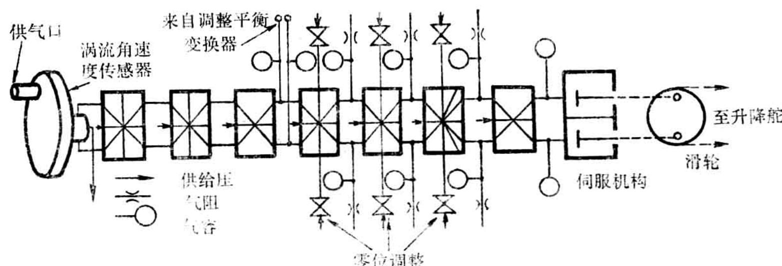
下面通过例子来介绍一下射流技术在飞行控制方面的应用。

在飞机飞行控制上的应用

图一是一种轻型飞机的俯仰阻尼系统的原理图。该系统由涡流角速度传感器、比例放大器以及伺服机构等组成。涡流角速度传感器感受飞机的俯仰转动角速度，当飞机受干扰出现不必要的俯仰时，它便输出与飞机俯仰角速度大小成正比的压力信号，并经放大器放大。为了使放大器工作“对称”，级联放大器最后三级输入端带有零位调整，飞机驾驶员给的飞机平飞时所需的信号在第三级以后与经放大的角速度反馈信号相加，再经第七级功率放大后驱动伺服机构，带动升降舵，和缓地纠正飞机受干扰后出现的俯仰运动。当这种运动被纠正过来以后，俯仰角速度便为零，升降舵使回到零位，飞机便保持原来的飞行状态。

下面着重介绍一下该系统的敏感元件涡流角速度传感器。如果我们把整架飞机比作一个人，那末，传感器和其他一些飞行仪表的作用就象人的感觉器官一样，随时感受飞行状态的变化，并通过显示系统加以显示。如上所述的飞机在飞行中出现了不希望的俯仰运动就是靠敏感元件——在射流控制系统中就是由涡流角速度传感器来感受的。图二甲是涡流角速度传感器的示意图。工作介质从气嘴输入到充气室内，气体经多孔环流到内腔，多孔环由烧结青铜或其他多孔材料制成。气体再经受感部，一部分经输出气嘴给射流放大器，一部分由排气口排出。

下面简要说一说涡流角速度传感器的工作原理。当飞机没有俯仰方向的转动时，气体经多孔环流进内腔，气体流线如图二甲下图中虚线所指向的匀速地流出输出管道。这时如图二乙所示，气流方向和薄片安置的方向相平行，薄片两边的压力相等，此时，涡流角速度传感器就没有信号输出。如果飞机出现了俯仰方向的角速度，这时气流流进内腔的轨迹就如图二丙中上图所指示的那样，气体离开多孔环以后，除向中间输出口运动外，还有一个切向速度，这个切向速度从外到里越来越大，流至输出管道口时，切向速度达到最大值。这一现象在我们日常生活中也常能见到，如在刮大风时，有时会看到一种旋风，把零散的树叶、纸屑等吹得旋转起来，而且越来越快地转到一起，最后将零散的树叶、纸屑等堆成一小堆。河流中的涡流也是如此，越往中间旋转得越快。这时内腔气流就象河流里常见的漩涡一样流进输出管道，输出管道的流线就象图二丙所示的那样，此时气流的流向就不与薄片的安置方向一致



图一　某轻型飞机俯仰阻尼系统原理图

了。由于气流与薄片成一角度，则薄片下边的压力P_2大于上边的压力P_1，涡流角速度传感器的输出信号就是这两个压力之差，即$\triangle P=P_2-P_1$。飞机的俯仰角速度越大，内腔中的涡流就越强，输出管道中的螺线就越紧，气流与薄片之间的角度也就越大，结果$\triangle P$就越大，也就是说涡流角速度传感器的输出信号$\triangle P$的大小与飞机的俯仰角速度的大小成正比例。

涡流角速度传感器输出信号的取法如图三所示。

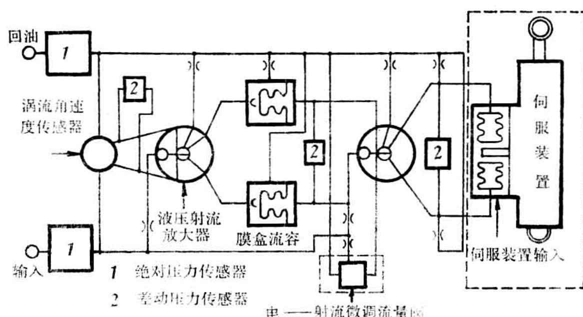
据称，图一所示的自动驾驶仪很灵敏，可响应小到每秒零点零二度的俯仰角速度偏差。

用于直升飞机的液压射流增稳系统

直升飞机有时工作在很高、很低的温度以及冲击和振动的恶劣环境下，这使射流控制系统成为一些直升飞机较理想的一种控制装置。

图四所示的是一种用于直升飞机的液压射流偏航增稳系统，起增强航向稳定作用。它包括涡流角速度传感器、射流放大器、高通网路和串联伺服装置。液压系统采用“红油”作为工作介质。涡流角速度传感器感受直升飞机的偏航角速度并输出与此角速度成比例的信号。经放大器放大后，再经由输入放大器的输出口和输出放大器的控制口与金属膜盒组成的流容相串联的高通网路，这个网路只能通过“高频”信号，稳态或“直流”信号被高通网路滤去，这样有效地消除了系统对驾驶员偏航指令的妨碍。即驾驶员需要改变直升飞机的航向时，该系统不会影响，信号最后输给串联伺服装置。有了这个系统后，直升飞机的航向稳定性增加了，减轻了驾驶员的负担。

据报道，该系统在直升飞机上作了可行性验证试验表明，元件寿命是四万五千到五万小时。与电动机械系统相比较，射流系统的平均故障间隔时间为三万八千小时，而一般电动机械系统的故障平均间隔只有九千小时左右。

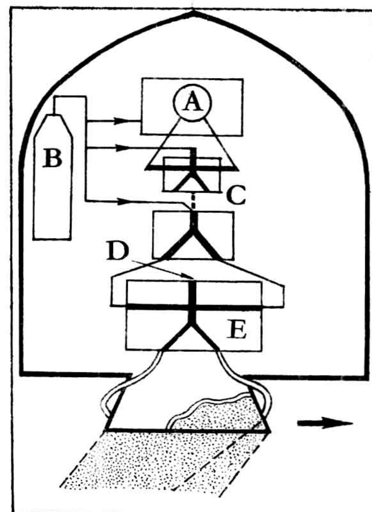


图四 用于某直升飞机的液压偏航增稳系统原理图

射流技术在导弹控制上的应用

图五是一种导弹飞行射流控制的原理图，它是采用在发动机喷管扩散段引入一控制射流的方法，即所谓二次喷射的方法，来控制导弹发动机推力的方向，以达到控制导弹的飞行方向。通常实现导弹航向控制的方法有：偏转燃气舵；偏转空气舵；摆动发动机；摆动喷管等方法。但是，这些方法除了存在有较大的推力损失的缺点外，有的还需要把活动部件置于温度极高的燃气中，以及采用大功率的伺服机构。另外，系统中具有质量较大的运动部件，就造成控制系统工作不够可靠，反应迟缓，导弹本身的重量增加等缺点。采用射流二次喷射来控制发动机推力方向的控制方法，就能在很大程度上弥补以上不足。

流体二次喷射的原理是：从火箭发动机扩散段侧壁内喷入正比于控制信号的



图五 导弹飞行射流控制原理图

气流，这样在发动机主燃气流中产生一个斜激波面，具有超音速的主燃气流经过这个激波面后，流速突然下降，压力就会升高，这样在激波面两侧就形成一个压力差，再加上二次喷射本身的动量作用，致使主燃气流按激波面方向偏斜，从而获得所需要的侧向控制力，达到控制发动机推力方向的目的。

图五中射流陀螺A是感受导弹姿态的敏感元件，它输出的信号经二级放大器放大后，控制一高温附壁型元件，由于二次喷射的作用，控制发动机主燃气流向左边偏斜，使导弹向箭头方向偏转。图中压缩空气瓶B是射流陀螺A和放大器C的压力源。高温附壁元件的工作介质，就是取之于发动机的热燃气。

射流技术的优、缺点

“任何运动形式，其内部都包含着本身特殊的矛盾。这种特殊的矛盾，就构成一事物区别于他事物的特殊的本质。”射流技术之所以会在电子技术、气动液压技术蓬勃发展过程中，出来同它们作一番较量，并且竟在某些方面取代了它们，主要是因为射流技术在自动控制领域里有它独特的优点。

1. 抗冲击、振动能力强。能抗频率为零到五千赫芝，加速度为五十个 g 的冲击与振动。

2. 工作温度范围宽。如用二次喷射来控制推力方向用的涡流伺服阀，可在高达摄氏三千度的温度下工作，陶瓷射流元件能在摄氏二千度下工作，镍和不锈钢元件可在摄氏负二百三十度到正七百六十度下正常工作。

3. 结构简单，可靠性高。射流器件的零件比电子器件少得多，且无活动件，不会产生摩擦，因而可靠性高。某些实验室曾对射流装置和电子装置进行对比试验，都是在常温，加速度为十个 g，频率为二千赫芝的振动和 10^{16} 中子/厘米^2·秒的核辐射的条件下，晶体管双稳放大器工作一百万小时内出现几万次故障，而射流双稳放大器只出现几次故障。

4. 抗核辐射能力强。射流器件抗核辐射和电磁波辐射的能力极大，如不锈钢射流元件能承受强度为 10^{21} 中子/厘米^2·秒的照射，比电子器件的抗辐射能力高得多。

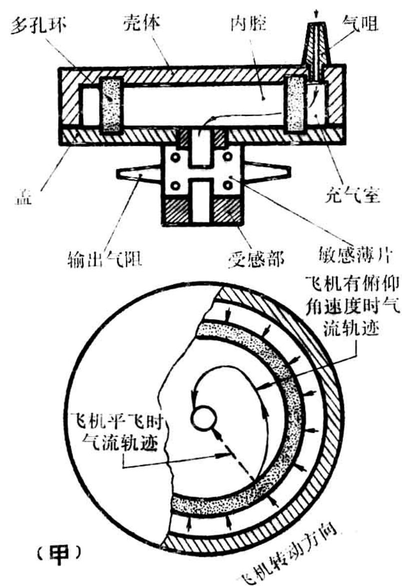
5. 耐腐蚀和耐湿性好。

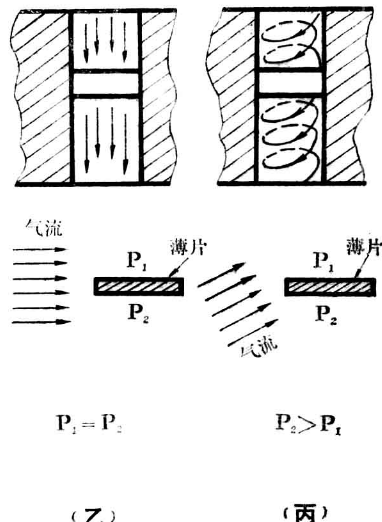
6. 体积小，重量轻，能集成化。

7. 工作寿命长，能长期储存，成本低。

但是，事物都是一分为二的，射流系统虽有不少独特的优点，但也存在以下的不足之处：

1. 响应速度慢。这是射流系统存在的严重缺点，射流系统信号响应和传递速度虽比机械、机电、气





图二 涡流角速度传感器的示意图

动液压系统快，但与电子系统相比仍差好几个数量级（射流系统传递速度为音速，电子系统为光速）。

2. 射流系统不能象电子系统那样实现遥控。

3. 射流系统互连问题复杂。即使知道单个元件的工作特性，把它们连接在线路中，其确切的性能现在还无法预测；线路的连接也不象电路连接那样方便，系统的阻抗匹配也比较困难。

4. 功率消耗问题。纯射流系统不管有无控制信号，总要消耗大量功率，效率低。

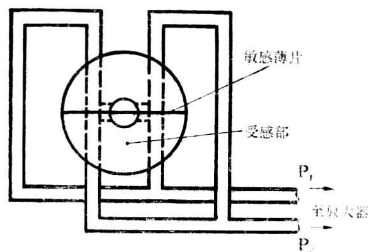
5. 污染问题。由于射流器件流路截面积有时很小，可能被流体中的微粒堵塞而发生故障或影响性能，因而工作流体要经过很好的过滤。

由于射流技术存在不少独特的优点和其固有的缺点，所以在自动控制领域里它将作为电子技术、气动液压技术的补充而存在着，发展着。

目前射流技术的理论是远远落后于技术本身的发展，至今还没有比较系统的理论。其次，在测试技术方面还是一个薄弱环节。由于理论落后，对射流元件、系统的研制不得不通过大量的试验和不断修改的方法，这使得射流元件、系统的研制时间长、费用高，因此直接影响它的发展。目前人们对射流技术的理论和测试技术的研究也愈来愈重视了。

由于射流系统存在着功率消耗大，反应速度慢等不足，在应用上受到了很大的限制。从国外发展趋势来看，使射流元件小型化、集成化方面做了大量工作；射流系统方面，采用无活动件和有活动件的射流器件相结合的系统，以提高射流系统的效率和反应速度。另一个趋势是采用射流元件同电子技术、气动液压技术混合起来使用，以便互相取长补短。

在党和毛主席的英明领导下，我国广大工人和科学技术人员牢记毛主席关于**“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”**的教导，努力开展射流技术的研究工作，使射流技术更好地为社会主义建设服务，为国防服务。



图三 涡流角速度传感器的信号输出

实践出真知 银燕展翅飞

——我们是怎样开展航模活动的

沈阳市八十八中学航模队

沈阳市第八十八中学三年一班团支部和班委会，遵照毛主席关于**“教育要革命”**的伟大教导，坚持以学为主，兼学别样，积极开展各种有益活动。他们请进来，走出去，参观访问，大搞社会调查，进行党的基本路线教育。

学校党支部、革委会表扬了三年一班同学敢想、敢闯、敢革命的精神，号召全校革命师生开展学校、社会、家庭三结合教育，用毛泽东思想占领校内外一切阵地，为全面落实党的教育方针和培养无产阶级革命事业接班人而努力。

一九七二年寒假，三年一班组织起全校第一个航模小组，还定期出版了《航模简报》，并放映了自编自绘彩色幻灯片《银燕展翅》和《模型飞机是怎样制成的》，热情地宣传毛泽东思想，大力普及航模知识，有力地推动了全校国防体育活动的开展。新学期一开始，在三年一班航模小组的基础上成立了八十八中学航模队。

航模队刚成立时，困难很多，一无材料，二无工具，三无经验，不少同学甚至连模型飞机的样子都没见过。怎么办？是知难而进？还是知难而退呢？我们学习了《实践论》，认识到：只有走出课堂，参加三大革命斗争实践，才能炼红思想，学到真知识。才能做到**“有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”**

光芒四射的毛泽东思想，照亮了全校航模队员的心，给航模队员增添了无穷的智慧和力量。同学们遵照毛主席关于**“破除迷信、解放思想”**和**“要节约闹革命”**的教导，积极行动起来，人人献计出力，个个动脑筋想办法，没有木料，同学们就从家里拿来旧木板一点一点加工代替；没有工具，同学们就自己动手设计制造；没有经验，同学们就虚心拜内行为师，刻苦地学，大胆地实践。在学校党团组织积极领导和革命家长热情支持下，航模活动越搞越活跃，越搞面越广，使航模活动有了比较广泛的群众基础。大家认识到：开展好航模活动，能够引导学生生动活泼地主动地发展，有利于全面贯彻党的教育方针。经过几个月的艰苦奋战，航模队终于克服了工具、材料和技术等方面的困难，仅花了五角钱（发动机、棉纸是工厂和家长支援的）就试制出了线操纵特技模型飞机四架。

飞机做好了，但是谁也不会操纵它，一练不是“拿大顶”，就是“栽斤斗”，有时还把飞机摔个粉碎。队员们见了又心疼又着急，情绪也受到影响。

航修厂的张师傅和一些革命家长听说航模队训练中出了问题，便主动地找上门来，帮助他们分析失败的原因。张师傅还特地给大家上了两堂航模知识课，他鼓励大家说：“同学们！毛主席教导我们：‘**人们经过失败之后，也就从失败取得教训，改正自己的思想使之适合于外界的规律性，人们就能变失败为胜利。**’”有了工人师傅的帮助，队员们心里热呼呼，纷纷表示今后要勤学习、多实践、认真总结经验教训，努力掌握航模飞行的规律。

沈阳市体委航模教练员听说八十八中学同学大胆实践，白手起家，创办航模队的消息，十分高兴，也热情地赶来辅导他们，手把手地教队员们操纵模型飞机。不管是刮风下雨，还是星期天、休息日，教练员一直坚持带领同学们认真进行飞行训练。

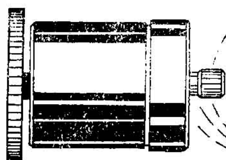
一年多来，航模队员们牢记毛主席关于**“实践、认识、再实践、再认识”**的教导，运用学过的数理化知识，分析和解决制作模型过程中出现的问题，加深了对书本知识的理解。

人们称赞说：航模活动，促进了社会主义文化课的学习，培养大家勇于创新的精神，使同学们越干越朝气蓬勃。

经过一年多的活动，他们试制成功了弹射滑翔机二百五十架，牵引滑翔机十架，自由飞模型飞机和飞盘各两架，线操纵特技模型飞机五架，无线电遥控靶机两架。先后在市区和外地做过多次飞行表演，受到了工农兵观众的热烈欢迎。

沈阳市体委对开展航模活动很重视，决定以我校航模队为基础成立了沈阳市航模队，并进行集训，分弹射、牵引、橡筋动力、自由飞、飞盘、竞速、线操纵和无线电遥控靶机等八个项目。同时决定拨给市航模队解放五型滑翔机和弹射滑翔机共九架。从三年一班抽出十二名同学成立第一个滑翔班。利用每星期三、六、星期日的课余时间进行飞行训练。

银燕展翅，凌空而起！飞吧！我们的小银燕，愿你永远沿着毛主席革命路线奋勇飞翔吧！



磁粉离合器

张汝惠

近十几年来，磁粉离合器的用途越来越广．在各种自动控制系统中，如汽车无级变速、海底石油钻探等设备中．都能见到磁粉离合器在发挥作用。特别是在现代飞行器的控制系统中，由于采用了磁粉离合器，不仅提高了控制性能．而且也减轻了设备的重量。

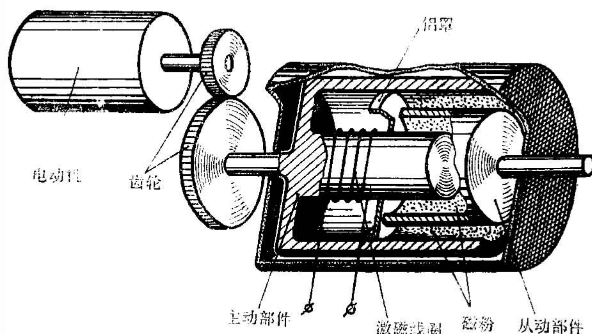
早在三十年代末期就有人开始研究磁粉离合器。在第二次世界大战结束后，这方面的研制工作有了很大的进展，直到五十年代，磁粉离合器才初步试制成功，开始用在飞机上，后来又用于火箭、导弹上。

磁粉离合器是什么？它有哪些特性？在飞机和导弹上用它作什么？下面来谈谈这些问题。

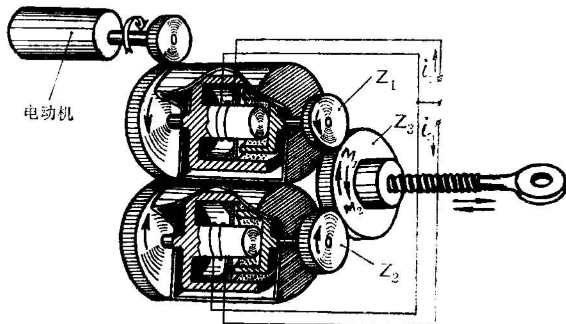
作用原理和特性

磁粉离合器的结构原理图，如图一所示。主动部件由电动机通过齿轮带动，在主动部件中间铁心上绕有激磁线圈。从动部件是一薄壁的杯形件，被套在主动部件内，在主动部件和从动部件间充填磁粉。主动部件和从动部件都是用磁性材料做成的。当有控制电流通过激磁线圈时，就建立磁场，把磁粉吸引到主动部件与从动部件之间的间隙中去，并使其排成链条形状。通过显微镜照相观察，可以看到图二所示的磁粉连成链条的形状，这样，主动部件就通过磁粉链条传递力矩来带动从动部件。控制电流越大，激磁线圈形成的磁场强度越大，从动部件输出的力矩也就越大。可见，磁粉离合器的输出力矩是同控制电流的大小成比例的，所以只要控制通过激磁线圈的电流的大小，就能控制输出力矩的大小。这是磁粉离合器的第一个优异的特性。不过，在电流比较小时，输出力矩并不与电流成比例。另外，磁粉离合器输出力矩的方向决定于主动部件的旋转方向，只是单向的。但是，比如说，要带动飞机舵面转动，就需要正反两个方向的力矩，单用一个磁粉离合器，那是无法满足使用要求的。

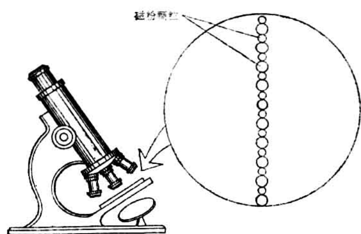
为了满足这个使用要求，必须采用两个磁粉离合器，如图三所示那样组合起来。这两个磁粉离合器通过齿轮由一个电动机带动，它们的转动方向彼此相反，输出的力矩方向也彼此相反。为了获得所需要的输出力矩，在两个磁粉离合器输出齿轮间，再加上一个齿轮，构成一组差动齿轮。如果我们要求输出的力矩是顺时针方向时，那末就应当使通过磁粉离合器I的控制电流 i_1 大于通过磁粉离合器II的控制电流 i_2，于是从齿轮 Z_1 输出的力矩比齿轮 Z_2 输出的力矩大，齿轮 Z_3 就输出顺时针方向的力矩 M_1。反之，如果控制电流 i_2 大于控制电流 i_1，那末输出力矩 M_2，方向正好与前者相反。因此，只要控制电流 i_1 和 i_2 的大小，就能获得正反方向的力矩。如果要求输出的不是转动



图一 磁粉离合器的构造示意图



图三 用两个磁粉离合器组成的执行机构



图二　用显微镜观察磁粉连成的链条

的力矩，而是直线运动的力，那末只要接上螺杆就行，就能把旋转运动变为直线运动。

把两个磁粉离合器组合在一起，还可以解决小电流区域内，力矩与控制电流不成比例的问题。为此，把两个磁粉离合器的激磁线圈在电路上接成推挽形式，如图三所示，再加上一定的偏置电流就行。如果通过两个磁粉离合器的激磁线圈的偏置电流相等，则两个磁粉离合器的输出力矩相等，由于方向相反，作用在齿轮 Z_3 上就互相抵消，齿轮 Z_3 就不转动，只要控制电流 i_1 稍大于或小于控制电流 i_2，齿轮 Z_3 就转动，输出力矩。可见，由两个磁粉离合器组成的执行机构，反应十分灵敏，消除了单个磁粉离合器在小电流区域内输出力矩与控制电流不成比例的现象（图四）。

磁粉离合器的快速性好，这是它的第二个优异的特性。因为它的主动部件质量较大，始终由电动机带动，起着飞轮作用，而从动部件是薄壁的杯形件，质量很小，惯性也很小，所以只要有控制电流通过激磁线圈，磁粉就很快地排成链条形状，传递力矩，带动从动部件，起动时间只需要零点零二秒。如果再配上晶体管放大器和其他一些调节元件，对磁粉离合器进行自动调节，那末起动时间可以缩短到零点零零四秒。

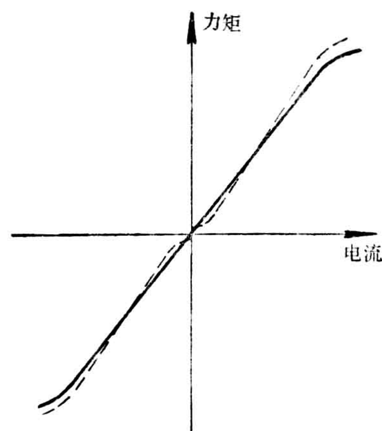
磁粉离合器的功率放大倍数高的能达到三千倍，只要给它的激磁线圈通以几个毫安的控制电流，就能把主动部件产生的力矩全部通过从动部件传递出去。这是磁粉离合器的另一个优异的特性。功率放大倍数高，是因为主动部件和从动部件之间充满了磁粉，磁路的磁阻比较小，所以需要消耗的激磁电流也较小。消耗的激磁功率小，而传递的功率却很大，所以功率放大倍数就高。

磁粉离合器还有一个优异的特性是，当控制电流一定时，不论从动部件输出转速有多大变化，它输出的力矩基本上保持不变，即使在高空使用时，温度降低，压力减小，也能良好地保持输出力矩稳定不变。这一特性在飞行器的控制系统中十分重要，而过去在飞机上使用的摩擦离合器，如果转速发生变化，输出力矩就会发生大幅度变化。

磁粉离合器不仅能制成连续控制的，与控制电流成比例进行传递力矩的元件，而且也能制成双稳态或多稳态开关控制元件，就是说它能从一种状态在瞬时跳变到另一种状态。

磁粉离合器工作可靠，通过在自动驾驶仪中长期使用试验，它的可靠性高达百分之九十九点九。此外，它的搁置寿命长，经过四、五年长期搁置，重新使用时性能良好。这一点对导弹来说格外重要，因为导弹总是要长期储备，用于一时。磁粉离合器的搁置寿命长，就不用象液压系统那样，经常进行检查和维护了。

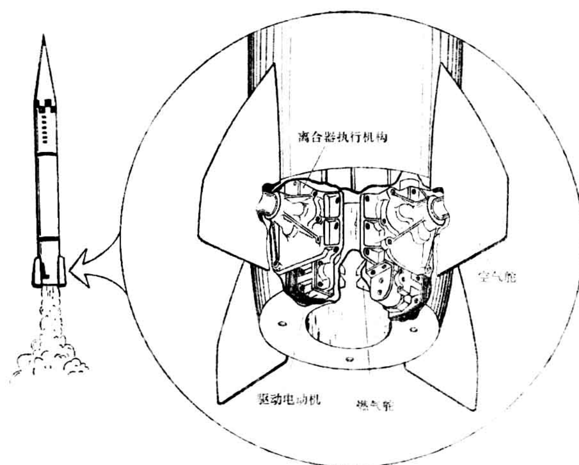
此外，磁粉离合器还具有工艺性好的优点，因为它的零件少，而且容易加工。磁粉离合器可以用电动机带动，也可以用液压或气压源来带动。



图四　磁粉离合器执行机构输出力矩与控制电流的关系曲线。实线表示接成推挽线路后，消除了原来在小电流区域内输出力矩与控制电流不成比例的现象。

在航空中应用

从目前来看，无人驾驶飞机、高空侦察机、歼击机、大型运输机和轰炸机，都已采用或者改用磁粉离合器作为自动驾驶仪的舵机，来操纵方向舵、升降舵和副翼。如果说小型的无人驾驶飞机用磁粉离合器是因为它灵巧，重量轻，那末大型飞机用磁粉离合器更为重要的原因，



图五　用磁粉离合器控制一种中程导弹的空气舵和燃气舵

看来是由于它的精度高，反应快速，能使飞机在空中精确地自动飞行。

导弹和飞机一样，也有升降舵、方向舵和副翼，分别用来操纵导弹的俯仰、偏航和滚动。但导弹由于飞行速度大，为了减少空气阻力，往往采用展弦比很小的弹翼，不宜安装副翼，所以在多数导弹上利用差动舵的方式来代替副翼的作用，也就是使升降舵除了向同一方向偏转外，也能够向不同方向偏转，以产生导弹滚动的操纵力矩。目前，在地对地、舰对舰、地对空等导弹上已广泛采用磁粉离合器来操纵空气舵（图五）。然而，当导弹或大型运载火箭在三十公里以上高空飞行时，由于空气十分稀薄，空气舵已失去作用。这时，就要用安装在发动机喷口处的燃气舵，以产生所需的操纵力矩。或者利用摆动环使发动机喷口相对导弹壳体转动，变换燃气喷射方向以改变推力方向。这种燃气舵和摆动环也都采用磁粉离合器来带动。

过去，在磁粉离合器出现以前，为了控制导弹的舵面，只有两种选择：或者采用液压系统，或者采用电动机。液压系统虽然功率大、快速性能好，但体积较大，而且重量重，管路安装也较麻烦，制造和维护都相当费时。如果采用同样功率的电动机去操纵舵面，虽然体积和重量可以减小，但快速性能差，满足不了导弹灵活机动的战术要求。

磁粉离合器的出现，解决了这个矛盾。它不但结构紧凑，体积小，重量轻，安装方便，而且它的快速性能好，操作舵面反应迅速，从而大大改善了导弹的控制性能。

到目前为止，世界上已制成许多功率大小不同的磁粉离合器，但是为了适应航空技术不断发展的需要，有待于人们进一步去探索，创制性能更好，结构更新的磁粉离合器。

插图：俞统武

眼睛的启示

——漫谈仿生学与航空之二

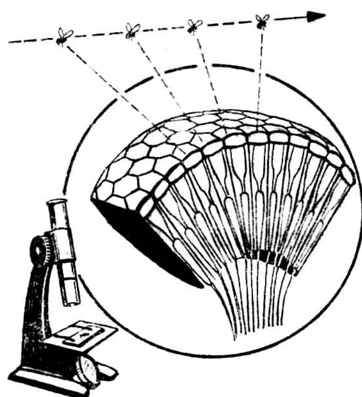
王书荣

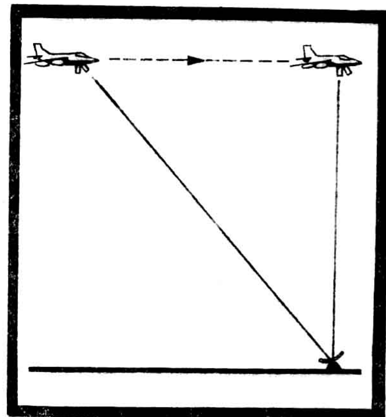
毛主席指出：**“无数客观外界的现象通过人的眼、耳、鼻、舌、身这五个官能反映到自己的头脑中来，开始是感性认识。”**人眼（包括脑的视觉部分）是生物界最完善的眼睛，它可以测量颜色、距离、物体的形状和相对大小，以及一系列其它参量。人眼能辨认图象和跟踪目标。因此，它是世界上最精巧的“仪器”。

现在，人们正初步探索人眼怎样测量这些参量，并将一些研究结果“翻译”成数学语言、进而创造了“人造眼”装置。在“人造眼”中应用了光导摄象管，它模仿眼睛的某些功能，可以接受影象，进行测量和传递信息。模型的进一步完善，可用于宇宙飞船的末段制导，或装在机器人探险车上，在其它星球上巡行。

有一种甲虫吻部较长，叫象鼻虫。它的眼睛是复眼，由许多小眼组成。一个小眼感受的刺激能与相邻的或隔一个小眼的小眼感受的刺激发生相互影响。脑子综合这些相互作用，便能得知所观察物体的方向和角速度。向象鼻虫借鉴了这个测速原理，人们试制了飞机地速计。在飞机前部安两个成一定角度的（或在前后部各安一个）光电接收器，它们依次接收位于飞机航线上的同一地面目标的光信号。把飞机高度和两接收器接收信号的时间差输入计算机，便指出飞机对地面的速度（图一）。同样，也可以测量火箭攻击各种目标的相对速度。

夏天，我们常看见青蛙蹲在池塘边上，两只凸眼凝视着远方，一动也不动，好象沉入了幻想。它貌似泰然自若，实际上象卷紧了的发条，随时准备扑向飞虫和逃避敌害。原来，青蛙眼的视网膜里有四





图一　象鼻虫的眼睛由许多小眼组成，人们仿此试制了飞机的地速计

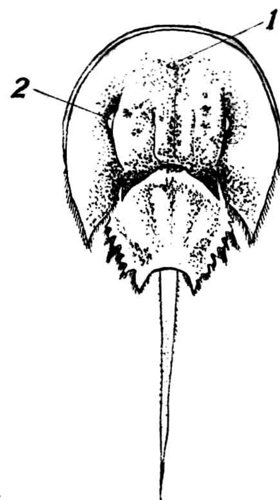
种检测器。每种检测器抽取视觉信息的一种特征。边缘检测器（I）抽取图象的边缘；运动凸边检测器（II）抽取向视野中心运动的暗凸边；反差检测器（III）抽取运动图象的前后缘；变暗检测器（IV）取运动图象的前缘。所以，在图象信息传到脑子前，已在视网膜里进行了预加工。在青蛙的实际生活中，这四种检测器是同时工作着的。每种检测器把它抽取的图象特征平行地传到蛙脑的视觉中心一视顶盖，在这里经过综合，青蛙就看到了眼前的运动物体，对于不动的物体则“视而不见。”

人们模仿蛙眼的这些性质，做出了电子模型（图二）。它共分七层，各层之间用氖灯一光电管对接。模型共用了三万二千个电工元件，其中包括三千七百九十三个光电管和二千六百五十二个氖灯，能完成四千五百八十次逻辑运算。模型有一点八立方米大，二百多公斤重，真可谓“眼若铜钟”了。这种电子蛙眼已投入实用，可预测机场上空危险情况的发生。在它的视野里有许多飞机起飞和降落，如果飞机以一定速度按指定航向飞行，蛙眼就“视而不见”；如果两架飞机有相碰的危险，它便迅速发出警报。这种模型的进一步改进，已制造出一种人造卫星跟踪系统。

鸽子也有一双神目。鸽眼视网膜也和其它一些动物（例如蛙）一样，能将得到的图象信息进行预加工，即把眼睛接受的图象经过一番变换，再传给脑子。鸽眼具有发现单方向运动的性质，应用这个性质可以建立视界无线电定位系统，以发现在指定方向飞行的飞机或导弹。

鸽眼电子模型的基本元件，是鸽眼视网膜中的感受器，双极细胞和神经节细胞的模仿物。它们的基本线路是一种人造神经元。目前做成的电子鸽眼，由一百四十五个光电管和五十个电子神经元构成。它能发现在一定方向上运动着的斑点和边缘。为了研制检测单方向运动物体的指示器，人们计划把上述模型扩大到二百个光电管、一百五十个双极细胞和二十五个神经节细胞。当然，这离真实的鸽视网膜还相差很远。要知道，鸽视网膜有一百万个神经元!

鲎是一种海洋动物，其形态象蟹，但却和蜘蛛和蝎子是近亲（图三）。鲎除了有两只小眼外，两侧还有两个大的复眼，每只复眼约含有一千个小眼，视神经纤维由这些小眼发出，形成一束视神经。小眼的视神经纤维有很多小分枝，它们对邻近小眼有抑制作用，即所谓

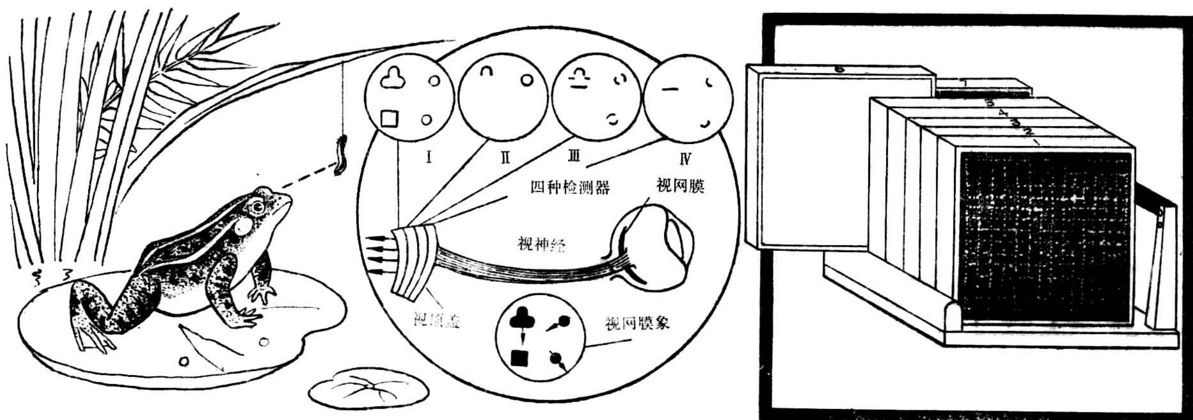


图三　中国鲎：1—鲎的两只小眼；2—鲎两侧两个大复眼。

“侧抑制”现象。这种相互作用的结果，使感受强光的小眼把感受弱光的小眼发出的信号减弱或抵消，这样就使目标轮廓变得清晰可辨。

人们模仿鲎眼制成的侧抑制网络，象鲎眼一样具有省略次要细节而突出边框的能力。因此，可用它来提高雷达的显示灵敏度。航空照片和宇宙飞船发回的照片，一般较模糊，将来可用电子鲎眼进行加工分析。可见，研究生物的特殊功能和结构，对于人们发展新技术，往往有所启发。

插图：章振业



图二　人们模仿蛙眼做出了电子蛙眼，用作防止飞机相撞的警报装置，对人造卫星进行跟踪等。

谈谈风洞实验

曾如璋

风洞实验是飞行器设计过程中的一个重要环节，它是在地面对飞行器的飞行性能进行鉴定的既安全、迅速而又比较经济的方法。风洞实验不仅用于航空方面，在汽车制造、建筑及工业通风等工业部门也得到了应用。

风洞是一个有一定形状要求的管道，在压力差作用下能在管道中造成气流，并在其中进行实验的装置。根据所设计飞行器的尺寸，按一定比例做成模型，放在风洞中进行吹风实验叫风洞实验。

从人类飞行到现在八十多年的历史，飞机的飞行速度超过了二到三倍音速，而且利用火箭还可以把人送入月球。这些成就，除了航空科学的发展外，与其他科学技术的发展密切相关的，在航空科学范围内有一门科学叫做空气动力学。

有了风洞以后，经过大量的风洞实验，以及从风洞中对流动进行的观察，建立和发展了空气动力学理论。**通过实践而发现真理，又通过实践而证实真理和发展真理**。在空气动力学这个领域中，最重要的实践过程就是风洞实验。

在飞行器设计过程中，风洞实验也是很重要的，因为根据理论计算的结果，是不是能达到预想的飞行性能要求，还需要进行大量的风洞实验来检验。风洞实验是确定飞行器性能的既安全、迅速、而又比较经济的方法。

其实，风洞实验不仅用于航空方面，在其他许多工业部门应用风洞实验也越来越普遍，如汽车制造、建筑和工业通风等等。

风洞的工作原理

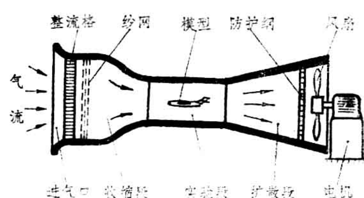
由于要直接模仿飞行器在天空飞行的实验比较复杂，所以，一般是让飞行器模型不动，而用人工的办法造成人造的气流流过飞行器。根据实验速度的不同，可分为低速风洞、高速风洞、跨音速风洞和超音速风洞等。下面把低速风洞和超音速风洞作一简单介绍。

低速风洞：图一为直流式低速风洞的示意图。当电机带动风扇旋转时，风扇前产生低压，气流在风洞进气口和风扇前的压力差作用下发生流动。电机旋转越快，气流的速度就越大，所以，气流的速度是由电机的转数来控制的。

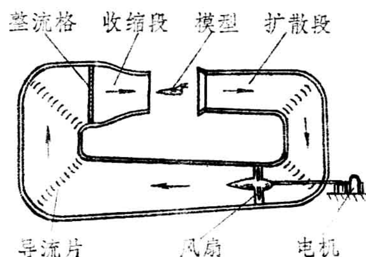
气流从进气口经过整流格和纱网，使气流变得均匀并使脉动减小，然后经过收缩段使气流加速，加速后的气流流入实验段。实验段是安装模型进行实验的地方，实验时要求气流均匀地流过模型，所以实验段基本上是等截面的。经过实验段的气流进入扩散段减速，最后排出风洞。

有的低速风洞做成回流式的（图二），使气流在风洞内循环流动。在风洞拐弯处装有导流片，使气流在风洞内循环流动时能顺利拐弯，避免产生漩涡，否则，不仅需要增加电机功率，而且也影响进入实验段气流的质量。

超音速风洞：在风洞中要使实验段气流为超音速，必须在实验段前面接上一段先收缩后扩大的喷管。因为气流的速度超过音速后，流动就发生了质的变化，这时要增加气流的速度，必须增加管子截面积，而低速时要增加速度是减小管子截面积。因此，要使气流从低速一直加速到超音速，管子必须先收缩，在管子截面最小的地方速度达到音速，然后再增大管子截面，使气流速度继续增加到超音速。我们把能使气流从低速变成超音速，而形状是先收缩后扩大的这种管子



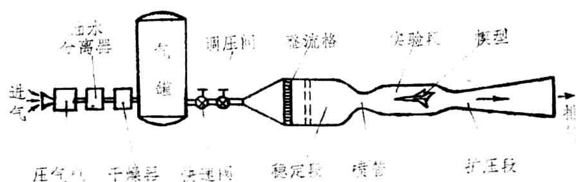
图一　直流式低速风洞示意图





图三　拉瓦尔管(喷管)

⇦图二　回流式低速风洞示意图



图四　吹式超音速风洞示意图

叫做拉瓦尔管，或叫喷管（图三）。有了喷管，气流在一定的压力差作用下就可以产生超音速气流。

由于超音速气流有很高的速度，因此超音速风洞的结构和组成部份与低速风洞是有差别的。

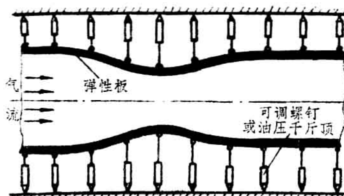
例如一个实验段截面积为51厘米×38厘米的超音速风洞，气流速度为音速的四点四倍，要使这个风洞象低速风洞那样连续地工作，所需要的功率是九千七百瓩，相当于二十四万盏四十瓦灯泡所需的电量，何况这个风洞的实验段面积还不到半张报纸那么大。所以超音速风洞很少是连续工作的。一般是把空气经过比较长时间压缩，把压缩空气装到一个贮气瓶里，然后开动一次，这种叫暂冲式风洞。一般开动一次的时间是几十秒至几分钟。如果上面说到的那个风洞是暂冲式，吹风时间为一分钟，所需的电量就只要原来的十五分之一。

图四和图五是两种暂冲式风洞，一种是吹式，一种是吸式。

吹式风洞是压气机把吸入的空气经过压缩后，通过油水分离器，把从空气和压气机中带进的水份和油滴分离出去，但是空气还不够干燥，要再经过干燥器把空气干燥后进入贮气瓶贮存起来，使用时把快速阀门及调压阀门打开，空气经过实验段，最后排入大气。

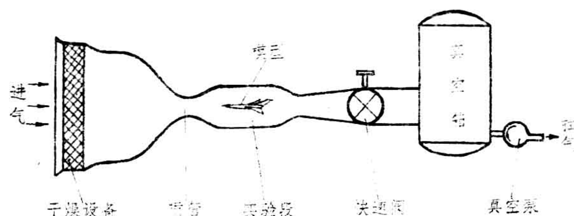
吸式风洞是事先用真空泵把真空箱里的空气抽空，使用时把真空箱与风洞之间的快速阀门打开，空气经过风洞进入真空箱，因为空气中含有水份，所以还是需要先把空气经过干燥处理后再进入风洞。由于要在短时间内把所需的大量空气进行干燥，这样所需要的干燥设备就比吹式的大得多，为了减小干燥设备的体积可能需要采用化学干燥的办法。

在这里顺便说一下为什么低速风洞的空气不需要干燥处理，而超音速风洞需要呢？这是因为超音速气流速度高了以后温度要下降，速度越高温度下降得越多。例如，一个吸式风洞，空气进口时的温度是摄氏十五度，压力为一个大气压，当气流速度增加到音速时，温度下降到零下摄氏三十三度，如果气流速度增加到四倍音速，这时温度下降到零下二百零八度。这样低的温度，如果空气内有水份就会凝结，不能模仿气流的真实情况；如果水份在模型表面凝结，使模型的情况也与真实情况不符。

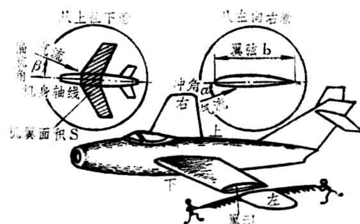


图六　可调喷管示意图

一个喷管只能造成某一个速度的超音速气流，所以要改变超音速气流的速度，就要更换不同面积比的喷管，或者采用可调的喷管（图六）。



图五　吸式超音速风洞示意图



图七　几个名词的意义

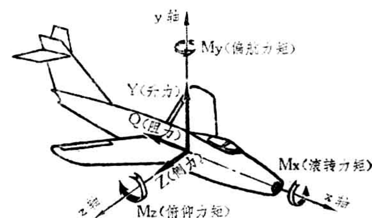
测量仪器及设备

风洞实验所需要的测量仪器及设备，是根据实验的内容和所要测量的数据来确定的。

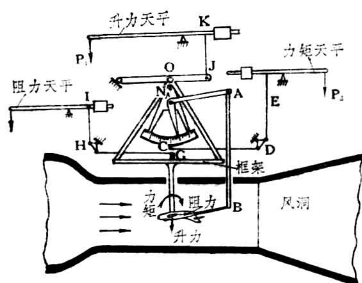
要测定飞行器的性能，是通过测量飞行器模型上的力和力矩系数随飞行器飞行姿势的变化来确定。测量力和力矩的仪器是天平，测量速度的仪器是空速管。

空气动力天平：空气动力天平和一般所见到的天平或磅秤的基本原理是一样的。但是和一般的天平或磅秤又有一些不同的地方。

一般天平或磅秤是把要测量的物体放在秤盘上，所以力的方向和着力点是已知的，而空气动力天平所要测的力的方向和着力点是不知道的，而且随着模型的形状、姿态改变而变化。因此，要测量作用在模型上的力，是用同时测量沿坐标轴的三个分力，和绕坐标轴的三个分力矩来代替（图八），这就需要六个天平同时测量，而且要求几个天平之间互不干扰。空气动力天平与



图八　作用在飞机上的三个分力和三个分力矩



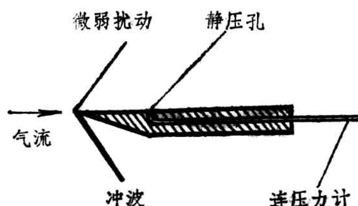
图九　三分力天平测力原理图
模型受到阻力时，整个框架向右移动，通过传力机构 GHI 传到阻力天平。模型受到升力时，整个框架向下移动，通过拉杆 JK 传到升力天平。模型受到力矩时，BA 杆下移，使 C 点向左移动，通过 CDE 传到力矩天平上去。

一般天平和磅秤一样，有一定的测量范围，但是空气动力天平的量程比较大，不仅能测出小冲角时的几克或几十克的力，还能测出大冲角时的几十公斤，甚至几百公斤的力，而且还要测出负冲角时力的负值。再就是一般天平或磅称东西，只要把所称重物放在秤盘上就行了，而空气动力天平还要求能改变飞行器模型的冲角和偏航角（定义见图七）。这一切要求，就使得空气动力天平的构造比一般天平复杂得多。

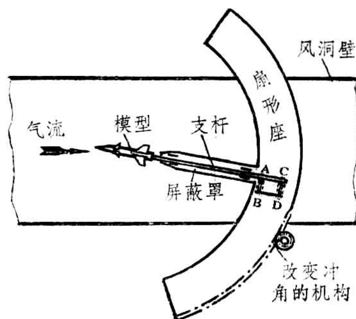
根据测力的数目，可以把空气动力天平分为六分力天平，四分力天平，三分力天平等。图九是一个三分力天平的原理图。

图九中所示的天平，在测量时需要用人去拨动法码，这样实验时需要的人多，而且慢。所以现在空气动力天平使用了电动式天平元件，这样力的大小可以直接传送到操纵台，用打印机直接打印出来。

上面这种天平对超音速风洞实验是不适用的，因为超音速风洞实验的时间很短，因而要求天平能很快地反映出读数，而且在模型旁边不希望有固定模型的支杆。另外超音速风洞内外的压差大，图九中那种形式的天平会造成风洞密封的困难，所以超音速风洞实验一般用电阻丝应变式天平。图十是杆式应变天平示意图。力的测量是通过贴在支杆上的一对电阻丝片。模型受力时，电阻丝随支杆同时变形，电阻丝变了形引起电阻发生改变。根据实验前预先测出的力和电阻变化的关系，就可以知道多大的电阻变化，相当于模型受多大的力。



图十一　超音速气流中静压的测量



图十　杆式应变天平示意图
升力是根据贴在支杆上的电阻丝的电阻变化来测定。阻力是根据贴在 AB 和 CD 上的电阻丝的电阻变化来测定

空速管：在风洞实验中，气流的速度是根据伯努利定理，利用空速管来测量的。伯努利定理的含义就是：气流的总压等于气流的静压与动压之和。气流的动压可以通过测量总压和静压的办法来求得。

图十一为空速管的简单构造原理。把空速管的总压孔对准气流，并且使空速管与气流平行，这时总压孔所感受的是气流的总压，静孔所感受的是气流的静压，再用一个 U 形压力计，使其两端分别与总压和静压相连，这时 U 形压力计的液柱高度差和气流的总静压之差（即动压）平衡，由此即可求出动压。求出动压后很快就可以求出速度。

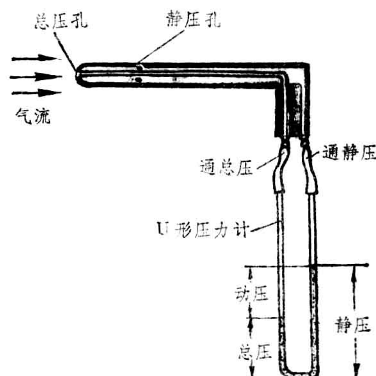
在超音风洞中用图十一中那样的空速管就不行了，因为在超音速气流中，空速管前端要产生冲波，这时测出来的就不是原来气流的静压。要测超音速气流中的静压，是把管子做成图十二所示的形状，让上面与气流平行，使冲激波只产生在下面，这样从上面静压孔中测出来的静压，就是气流的静压。

超音速风洞中测得的总压和静压也是通过压力计读出来，只不过因为超音速时总静压之差大，所以压力计中的液体一般不是装酒精，而是装水银。

风洞实验除了测量作用在模型上的力和力矩外，一般还要观察气流绕模型的流动情况，因为对流动的观察能清楚地给出气流中各种现象的定性图象，可以了解流动的基本特性，又能在许多场合下获得定量数据。

在低速风洞实验中，有一种方法是把烟引入气流中，因为烟是看得见的，所以可以看出流动的样子。

在超音速风洞实验中，观察气流的流动一般是用光学的办法，这是因为气流速度大了以后，气流的



图十二　空速管

空中领航

一 兵

广阔的天空，无边无际，为了使飞机能够准确地按时飞达目标，就必须进行领航。本文简单介绍了领航的基本原理和方法。

伟大领袖毛主席号召我们：**“建立一支强大的人民空军，保卫祖国，准备战胜侵略者。”**在毛主席革命路线指引下，我人民空军和民航事业从无到有，不断发展壮大。在反侵略战争中，我空军部队担负着抗击敌人空中袭击，支援和掩护我地面部队，摧毁敌后目标以及执行侦察、空投、空运等项任务。我民航部门在发展国民经济和支援世界革命中，也担负着日益繁重的任务。

飞机在空中飞行，活动范围广，飞行条件变化迅速。为了完成预定的飞行任务，在飞行过程中必须进行准确的领航，也就是通过各种测量、计算，并使用各种领航设备，使飞机按规定的时刻和航线准确飞到预定地点。

空中领航的基本原理

空中领航要解决的基本问题是：确定飞机在飞行中的位置；保持正确的飞行方向使飞机沿预定的航线飞行；按规定的时刻飞到预定的地点等。解决这些问题的关键是，必须随时确定飞机相对地面运动的速度(地速)和轨迹(航迹)。因为知道了地速，根据飞机飞过某地的时间，可以算出飞过的距离；知道了飞过的距离和航迹，就可以在地图上标出飞机的位置了。然后，根据飞机与预定地点之间的关系位置，便能确定飞机应飞的方向，并推算出到达预定地点的时刻。如推算的时刻与规定时刻不符合，可以用调整飞机的速度等方法来修正。这样就能够保证飞机按规定的时刻和航线飞达目标。

飞机在空中飞行，其地速和航迹常常受到风的影响，如同船在过河，船的速度和轨迹受到水流的影响一样。在有风时，飞机的地速不等于飞机相对空气运动的速度(空速)，其航迹与飞机纵轴方向(航向)也不一致(见图一)。飞机的空速、地速以及风速之间的关系可用一个向量三角形来表示(见图二)。空速和航向可由飞机上的空速表和罗盘指示出来，风速的大小和方向，也可由专用的测量仪器测出，这样飞机的地速和航迹，就可以用向量合成的方法确定了。此外，也可用各种领航设备直接测量或推算出来。

空中领航的方法

空中领航大体有以下几种方法：

一、地标领航

地标是指那些具有一定特征、便于辨认的地物，如居民点、铁路、公路、河流、湖泊、桥梁、海岸线、岛屿、山峰和机场等。在飞行中，用航空地图同地面对照，按照辨认出来的地标确定飞机位置和应飞航向的方法，叫地标领航。这种方法通常和其它领航方法结合使用。

二、罗盘领航

罗盘领航是一种最基本的领航方法。领航员用向量计算或直接测量的方法找出飞机的地速和航迹后，就可推算出飞机的位置、应飞航向和到达目标的时刻，然后利用航行仪表使飞机飞向预定目标。航行仪表主要包括各种罗盘、高度表、空速表、大气温度表、时钟等。在现代飞机上，有的还装有大气数据计算机，它能根据测量的气温、气压等大气数据，计算出准确的高度、空速和其他有关数据。

三、无线电领航

无线电领航是利用飞机上专门的电台，测量飞机与一部或几部地面电台的关系位置来实施领航的方

※ ※ ※ ※ ※

密度变化大。利用光通过密度不同的气流时，折射率会改变的原理来观察的。

激光技术的应用

激光技术自六十年代出现后发展很快，不仅用于工业，医学等方面，而且在风洞实验中也得到了应用。例如：

激光测速计：它是利用激光在通过流动的气体时频率发生变化这一原理制成的。只要测得散射激光束与入射激光束的频率差额，就可测定气流的速度。用激光测速度的优点是：准确度高；范围大；可测出任何一个地方的气流速度。

全息摄影：用全息摄影技术拍的风洞实验的全息照片就好像一个窗口，通过它观看气流流过模型时的流动状态。全息照片显示的图像有立体感，就像风洞还在吹风的真实情况一样，当需要研究风洞实验中的问题时，只需把全息照片拿来重显，而不必再重新吹风。

法。无线电领航设备的种类很多，领航方法也不完全相同。常用的无线电领航设备有无线电罗盘、塔康、伏尔、罗兰和奥米加系统等。

四、雷达领航

航行雷达能将具有电波反射特性的地形、地物的影象在荧光屏上显示出来，利用这些影象确定飞机位置、测量各种领航数据，来实施领航的方法称为雷达领航。为防止飞机误入雷雨区或碰撞障碍物，有些雷达还能显示出雷雨区和在飞行高度以上障碍物的位置。

五、多普勒领航

飞行中，如果从飞机上向地面发射电波，由于飞机与地面的相对运动，地面反射的回波频率会发生变化，这种现象称为多普勒效应。从频率的变化，便可以准确推算出飞机的地速和航迹。根据这一原理实施领航的方法就叫多普勒领航。收发电波、测量频率变化、推算地速和航迹的设备，称为多普勒航行雷达。

六、惯性领航

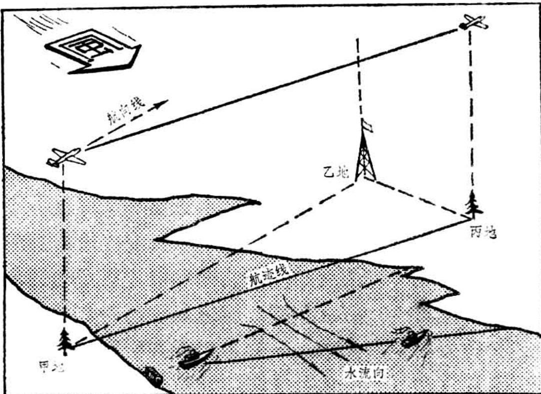
飞机相对地面运动的速度的大小和方向，即地速和航迹，是飞机加速度的大小、方向和加速时间的函数，所以，它可用积分的方法求出。通过测量飞机加速度的大小和方向来推算地速、航迹等数据以实施领航的方法，称为惯性领航。惯性领航所用的设备主要由安装在惯性平台上的加速度计和积分机构等部件组成，称为惯性导航系统。

七、天文领航

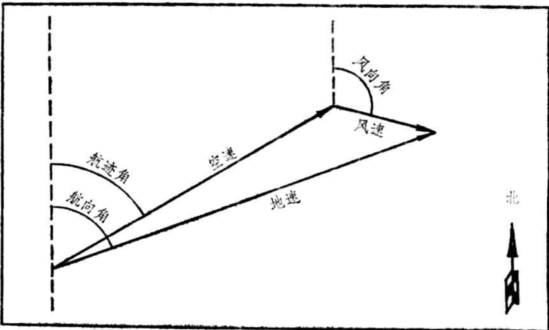
根据星体的运动规律，利用专门的天文领航设备(包括天文望远设备、星体跟踪器等)，测定飞机与星体的关系位置，从而推算飞机的位置和航向来实施领航的方法，称为天文领航。

八、卫星领航

随着宇宙空间科学的发展，人造地球卫星也可以



图一 风对飞机飞行的影响



图二 风速、飞机的空速、地速之间的关系

用来领航。利用专门的机上设备测量飞机与若干个导航（或通讯）卫星的关系位置，并用地面跟踪设备跟踪、计算和预报卫星的运动轨迹，就可以确定飞机的位置和推算出有关的领航数据。

为了使领航工作自动化，现代飞机上大多装有专用于领航的数字或模拟式电子计算机。它能根据其他领航设备提供的领航参数，计算出飞机的位置、距预定地点的距离和应飞的航向等数据。计算的数据还可以输送给飞机上的自动驾驶仪，通过它来操纵飞机飞向预定地点。

各种条件对空中领航的影响

为了执行各种任务，飞机经常需要在不同的高度、地区、时间和气象条件下飞行，从而给领航工作带来了一定的影响。如高度不同，气温、气压、风速、领航员的视界以及无线电波的传播距离等都有显著的不同；夜间飞行，用目力看不见或看不清地面目标；在复杂气象条件下，电子设备容易受到干扰，若遇雷雨区，领航的困难就更大；在海上、沙漠、森林、山区飞行，可用于确定飞机位置的地标和地面导航设备较少，天气也变化不一。因此，在不同条件下执行领航任务时，必须针对不同的特点，按照战术技术要求，恰当地选择高度、空速和航线，正确地选用各种领航设备和方法，合理地安排领航工作程序，作好在各种特殊情况下的处置方案，才能更好地完成各种领航任务。

毛主席教导我们：**“武器是战争的重要的因素，但不是决定的因素，决定的因素是人不是物。”**领航设备要人来操纵，领航方法要靠人来实施，要完成领航任务，起决定作用的还是要提高领航人员的阶级斗争、路线斗争和无产阶级专政下继续革命的觉悟，只有这样，才能保证飞机在各种复杂条件下，沿着毛主席指引的革命航向胜利前进。

题图：王小飞

旅客安全与设备

张　　泰

“保证安全第一，提高服务质量，争取飞行正常”是我国民航建设的一贯指导思想。我国民航从一九五〇年建立以来，遵照毛主席**“为全中国人民和全世界人民服务”**的教导，无论空勤、地勤、以及广大民航职工，都把保证安全飞行作为每个人的革命责任，因而使我国民航在安全飞行和服务周到方面，在国内外旅客中享有很高声誉。本文不专门谈一般的安全飞行问题，这从民航机的设计制造到维护使用上，都制定有相当的规章制度和安全措施，为保证飞机安全飞行提供了可靠的条件。本文只是配合封三上“旅客安全与设备”一图，把目前国内外使用的大型旅客机上为旅客直接服务的旅客安全与救生设备，作一概括介绍。

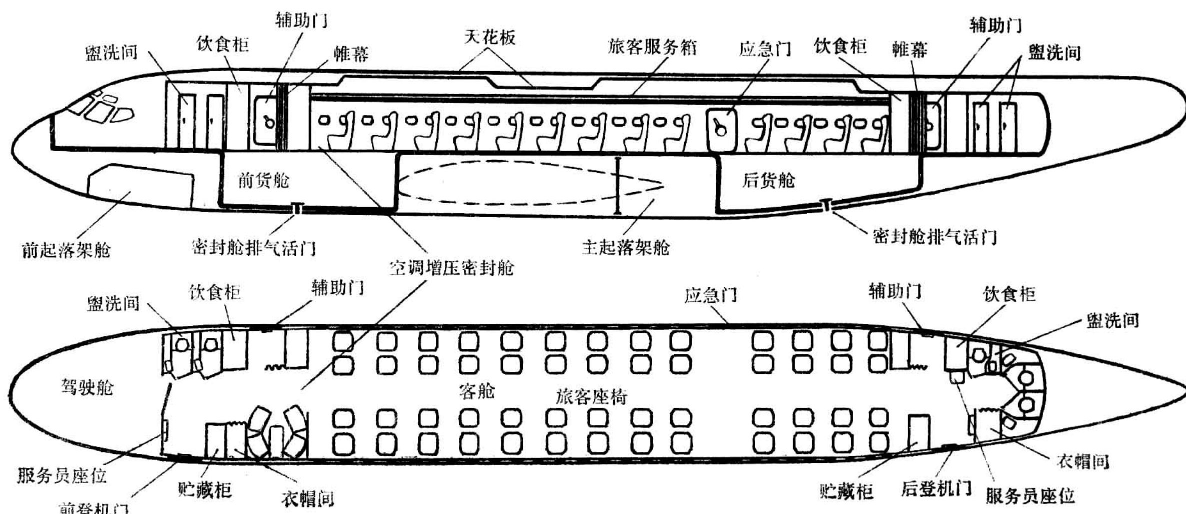
下面先从旅客机的客舱谈起：

客舱生活设备

现代大型客机由于旅途时间较长，都装备有比较完善的客舱生活设备，象下图所表示的那样。当你有机会乘这类客机去旅行，你从登机门走进飞机后，除了看到排列有整齐座椅的客舱外，还看到在客舱的前段和尾段，设有盥洗间、厨房、衣帽间、医疗柜等很多生活设备。全机前后有好几个盥洗间，每间内设有盥洗盆、抽水马桶和一般盥洗用具。厨房也分设在客舱前后，由若干饮食柜组成，置于飞机右侧辅助门的两边，服务员工作时，一拉起帷幕自成一间小厨房。每个饮食柜都由工作台下部的冰箱，和上面的烤箱、饮料箱、电炉、电热杯等组成，可供应旅客冷热饮料和简单的食品。当你找到自己的座位坐下后，热情细心的服务员同志关照你把座椅上的安全带在腰部系好，象封三左上角所示，以防止飞行中可能出现的颠簸，防止万一飞机发生迫降事故时，不致于使旅客头部与前面椅子相撞。她还会叮嘱你，要吸烟时座椅扶手上有烟灰盒，要看书时可打开头顶上方服务箱的阅读灯，感到闷热时可调节灯旁的冷风喷嘴，如有身体不适，前面座椅椅背口袋里有呕吐袋，或可随时招呼服务员来医疗。除了以上你所能看到的旅客安全设备外，更为重要的是：目前大型客机都装备有空调增压座舱和应急供氧设备。

空调增压座舱和应急供氧设备

什么是空调增压座舱？人们长期在地面上生活，他的一切器官都是与地面条件相适应的。我们知道：地面的大气压力虽随地区海拔高度不同稍有差别，但大致为一个大气压。若用汞柱来测量，大约为七百六十毫米汞柱。而大气中氧气含量占大气容积的百分之二十一，用汞柱来表示时，氧气分压大约占一百五十九毫米汞柱。随着高度的



旅客机客舱生活设备示意图

升高，大气压力减小，大气中氧气量也随之减少。当升到四千米高度时，该高度的大气压力减到四百六十毫米汞柱，而氧气分压就只有九十八毫米汞柱了。这样低的氧气含量，就开始使旅客出现种种缺氧症状，如呼吸加快、倦怠、或莫明其妙的兴奋，在航空医学上就叫轻度缺氧症。所以，四千米高度是旅客必须使用氧气设备的指标。如果再往上升到八千米高度时，那里的大气压力只有二百七十毫米汞柱，人们就会因外界压力低而感到胃部胀痛，关节疼痛，这就开始出现航空减压症。综上所述，当高空飞行时，首先出现缺氧症，继之出现减压症。再有高空气温太低(在八千米以上高空气温下降到摄氏零下四十度以下)，针对这些矛盾，人们用气密的飞机金属外壳和超细玻璃棉等绝热材料，构成一个又隔音、又隔热、和外界完全隔绝开来的密封舱，象上页附图上粗黑线所示的那样。这个密封舱包括客舱、驾驶舱以及货舱。同时，为密封舱配备一套供气系统，把经过温度调节装置调节好的（温度在摄氏二十度至二十五度）温度适宜而新鲜的空气用管路送到客舱，象封三左上角所示。新鲜空气的大部分从沿座舱壁板设置的供气网格送入座舱，少部分通过每个旅客自己控制的冷风喷嘴喷入座舱。这些新鲜空气在客舱中自然对流后，从客舱顶部缝隙和客舱壁板底部缝隙由客舱排到下面货舱，再从设在货舱底部的一组排气活门排出密封舱。

座舱空气最后通过排气活门排出密封舱不是随随便便进行的。这些排气活门是严格受座舱压力控制的。所以通过控制排气活门排气，就可维持座舱内为一定的压力值。这正象一个水库的排水闸一样，上流来水，使水库水位提高，当达到一定值后就从排水闸把多余的水排掉。控制了排水闸的高低，也就控制了水库的水位。这套装置在飞机上就叫座舱压力调节装置。一般大型旅客机客舱内最低压力也可维持在零点六个大气压以上，大多数情况下为零点八个到一个大气压。

以上这套设备，我们统称为空调增压座舱。有了它，当我们在高空飞行时，客舱内就可仍然维持着接近地面的环境条件。例如当飞机飞行在一万二千米高度时，外界的气压为一百四十五毫米汞柱，气温已是摄氏零下五十六度。而有了空调增压座舱，客舱内部温暖如春，座舱空气压力还高达六百毫米汞柱，即相当于二千米高度上的大气压力，我们习惯叫它为“座舱高度”二千米。当然，旅客在这样的环境中生活就与地面上没有多大差别了。这些自动装置工作情况可由机上机械师仪表板上的各类指示仪表反映出来，也可直接由机械师根据需要转为人工操纵。

正常情况下是不需要向旅客再额外供应氧气的。但考虑到万一飞机在高空飞行时座舱密封或增压装置发生故障，就有可能使客舱内气压迅速掉至外界大气的数值，使旅客很快暴露于高空低压缺氧环境条件下，从而会受到缺氧症的威胁。为了考虑到这万一的情况，一般大型旅客机上都备有应急供氧设备。当座舱内压力降到相当于“座舱高度”为三千米时，在驾驶舱机械师仪表板上就出现用氧警告讯号；当座舱内压力继续下降到相当于“座舱高度”为四千米时，每个旅客座椅上方服务箱的门就自动打开，氧气面罩就一个个自动从服务箱里掉出，象封三上面中间图所示。面罩吊挂在旅客面前，只要将它拉向面部，充足的氧气就从机上贮氧瓶通过专门的管道源源而来。全机不仅每个旅客座椅都配上一个供氧面罩，而且在服务员座位以及盥洗间内都配有足够的备份供氧面罩，使你在机内走动时都可得到及时供氧。应急供氧设备的工作全部是自动化的，但也可根据需要由机上机械师随时手动操纵。

旅客救生设备

旅客机在设计时对飞机安全问题就要比其他类型飞机考虑得更周到，它的飞机气动外型以及发动机组的推力等，都要满足一旦在飞机出现故障后，尚能维持飞机正常飞行一段时间。所以，对旅客机来说，最坏的情况，就是中断飞行，临时找一个合适的备用机场、或平坦地、或水面进行迫降。

旅客用救生设备主要指飞机在陆上或水上迫降后，能使旅客迅速安全离开飞机，等待救护的一些专门设备。象封三下半图所示，陆上迫降后，旅客可从客舱的好几个应急出口迅速离开飞机（如附图有前、后登机门，二个辅助门，二个应急门，四个应急窗）。由于大型旅客机舱门离开地面有三、四米高，所以在应急出口门窗旁都准备有救生滑梯。救生滑梯由尼龙胶布胶接而成，平时折迭后置于门上专用箱内。当陆上迫降后要应用它时，只需把滑梯一端钩挂于客舱地板专用钩内，再将舱门打开时，滑梯便自动从箱内掉出，并自动由其上的二氧化碳气瓶充气成带有一定刚性的滑梯，供旅客象儿童坐滑梯似地滑至地面。在驾驶舱及客舱的应急出口窗上，还备放有一些用宽二十五毫米、长十米尼龙带编织成的救生滑绳，供飞行员从驾驶舱的应急出口窗口滑至地面，也可供从应急窗口爬至机翼上的旅客，利用滑绳从机翼安全滑至地面。

飞机水上迫降后的旅客救生设备，主要是指水上救生圈和救生船，以及供联络呼救用的救生电

台。救生圈是用尼龙胶布制成，平时折迭后放在旅客座椅底下。

救生船是供旅客集体使用的，全机按旅客人数配备若干只，每只船可载旅客二十五名到四十名。船体也是用尼龙胶布制成，在船上还带有舵、桨、掏水用具等。平时船体折迭后存放在客舱舱顶专用箱内。使用时，由服务员取下后，用船上备有的二氧化碳瓶自动充气成橡皮筏子状，供旅客离机后在水上待救时使用。

这些机上旅客救生设备，可能在客机开航期间一次也没用上过，但它是保证旅客安全与救生的必要设备，在大型客机的设计中应给予重视。但在资本主义国家里，旅客的安全与救生设备，已带有资本主义商业广告的性质，成为招揽旅客的一种手段。但设备再完善，由于资本主义制度的社会因素，经济危机不断，失业严重，社会不安，人心惶惶，因而飞行事故屡见不鲜、旅客们还要去保险公司寻求生命保险。而我国民航事业，在无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下，广大民航职工认识到保证飞行安全，不仅关系到能否更好地为我国社会主义革命和社会主义建设事业服务，而且关系到能否接待好世界各国朋友，更好地为我国革命外交路线服务。他们全心全意为人民服务，层层负责，紧密配合，把一切故障排除在地面，确保了国内外旅客的旅行安全。

在我国国内航线客机上，由于我国民航飞行安全措施严密，国内又有星罗棋布的备用机场，一旦发生终点机场气象条件突然变坏而不宜降落时，可以机动地转到备用机场降落，并不存在需要水上迫降的那种非常情况。所以，在国内航线上的客机，一般就不带水上救生设备了。

题图：王国伦　插图：张太昌



严 子 健

所有的玻璃都是易碎裂的吗？不是。作战飞机上用的防弹玻璃就不是这样。它能有效地阻止子弹或弹片的穿透，使飞行员免受伤害。

战争的目的在于保存自己，消灭敌人。一架作战飞机的设计，始终贯彻着这个原则。为了保证飞机的飞行安全，提高飞机在敌人炮火下的生存能力，使之更有效地消灭敌人，所以，在飞机上安装有各种各样的防护设施，防弹玻璃就是其中之一。

防弹玻璃的结构

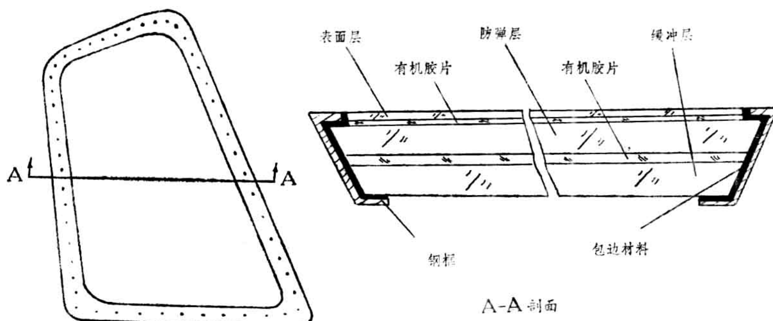
提到玻璃，人们都有这样一个印象，它是经不起敲打的材料，极易碎裂，要它防弹恐怕不行吧？如果将多层玻璃用粘接性和弹性很好的透明有机胶片粘合起来，组合成一块厚玻璃，情况就不一样了。在这种厚玻璃里面每两层玻璃之间，有一层有机胶片，这层胶片除将两层玻璃粘合在一起以外，在子弹或弹片击中玻璃时，还有缓冲和吸震的作用，这就大大提高了它的抗碎裂和抗穿透的能力。这类组合玻璃，包括防弹玻璃在内，统称"层合玻璃"。

防弹玻璃的基本结构可分为外层、防弹层、缓冲层、有机胶片、包边材料和钢框架六个主要部分（图一）。分别介绍如下：

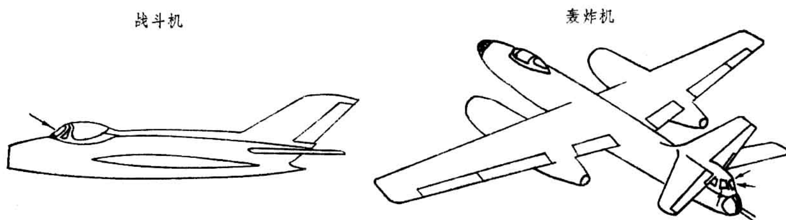
外层由薄的硅酸盐玻璃组成，一般厚二至五毫米。其作用是保护防弹层不被外界环境及机械作用所损伤，同时可以消耗一部分弹片的动能。

防弹层是防弹玻璃的核心部分，它可以由多层硅酸盐玻璃和有机胶片组成，也可以采用一块厚的压延硅酸盐玻璃。厚度随防弹要求而变化，一般厚十至三十毫米。当防弹玻璃被弹片击中后，弹片被防弹层所阻，并消耗掉其大部或全部动能，从而达到防弹的目的。

缓冲层一般采用韧性较好的透



图一　防弹玻璃的基本结构



图二　飞机上防弹玻璃的位置(箭头指处)

明有机塑料，如聚甲基丙烯酸甲酯(俗称有机玻璃)、定向的聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯等。其作用是吸收弹片冲击时的残余能量和防止硅酸盐玻璃破裂时碎片飞向座舱。

作为粘合玻璃和缓冲吸震用的有机胶片，常用的有聚乙烯醇缩丁醛胶片。此外，还有丙烯酸酯、聚氨酯、有机硅等胶片。

包边和衬垫材料放在玻璃和钢框之间，起到密封和衬垫作用，同时还能防止大气中的水汽浸入有机胶片，避免造成脱层和气泡等故障。

钢框的作用是安装和固定各层玻璃。另外，在防弹玻璃一旦被子弹或弹片击中后，其冲击力便通过钢框传递给机身。

由于所用材料较为洁净，各层玻璃都经过精细抛光，以及制造过程中严格的防尘，尽管防弹玻璃的厚度较大，但其透光率仍可达百分之八十左右。

提高防弹玻璃性能的方法

硅酸盐玻璃是防弹玻璃的主要承力材料，提高硅酸盐玻璃的强度，就可以提高防弹玻璃的防弹性能。目前常用下面的方法来提高硅酸盐玻璃的强度：

氢氟酸处理：玻璃的实际强度很低，只有按其化学结构计算出的理论强度的百分之一。这是因为玻璃表面上存在着许多肉眼看不见的微裂纹，对于玻璃这种脆性材料来说，裂纹容易引起应力集中，所以，造成玻璃强度大幅度降低。玻璃经过氢氟酸浸蚀处理以后，能消除掉表面的微裂纹，强度可以提高几倍至十几倍。

钢化处理（也叫淬火处理）和离子交换处理：就是分别用物理方法和化学方法在玻璃表面造成一层预压缩应力层。由于玻璃的抗拉强度较低，在其抗压强度的十分之一以下，所以，当一块玻璃处于一面受拉、一面受压的状态时，在它受拉的一面，容易达到破坏极限，从而使玻璃破裂。经过钢化处理或离子交换处理以后，玻璃表面造成了一层预压缩应力层，它能有效地抵消拉应力。拉应力必须首先克服预压缩应力，然后才能拉伸玻璃，这就大大提高了玻璃的强度。有预压缩应力的玻璃，在破碎的时候，不会形成带尖角和锐边的碎块，而是形成较为整齐的钝边小块，不易伤人，增加了安全性。其碎块的多少还可以通过预压缩应力的大小来控制。

防弹玻璃在飞机上的应用

在战斗机上，防弹玻璃安装在飞行员的正前方（图二），它的作用，既是飞机的一个玻璃窗子，飞行员可以通过它观察外界情况及进行目视射击瞄准，又是飞机的一块防护装甲，可以保护飞行员免受迎面飞来的子弹或弹片杀伤。飞行员的后方，由于其弹射座椅上安装有防弹钢板，对那部分的座舱玻璃就没有防弹要求了。

在轰炸机上，由于尾部有射击员舱，而机尾受到攻击的机会较多，所以在轰炸机射击员的正前面及侧前方也常常安装有数块防弹玻璃(图二)。

民航飞机通常是没有防弹要求的，但是为了防止飞机在起飞或着陆时与空中飞鸟相撞，也装有防护玻璃。由于飞机速度快，飞鸟撞上，如同一颗“炮弹”，破坏性很大，所以在驾驶员的正前方安装有一块厚度较大、层数较多、结构与防弹玻璃类似的层合玻璃，人们一般称它为风挡玻璃，而不叫防弹玻璃了。

目前，防弹玻璃在飞机上的使用仍有一定的局限性，这主要是它重量较大，不利于提高飞机的飞行性能。虽然它的尺寸不大，结构不复杂，一块飞机用的防弹玻璃连同它的钢框架在内，也有几十公斤，甚至近百公斤重。其次，这种玻璃价格较贵，可与一辆小汽车的价格比美。这样就限制了它的使用。但是，随着航空材料研究工作的进展，现用材料的性能不断提高，新型高强度透明材料的出现，防弹玻璃的结构也有了新的发展，这些都将大大促进防弹玻璃性能的改进，有利于发展和研制新型的防弹玻璃。

应该指出：战争的目的中，消灭敌人是主要的，保存自己是第二位的，因为只有大量地消灭敌人，才能有效地保存自己。所以，飞机上装防弹玻璃的目的，不是单纯地为了防御，而是为了更好地进攻和消灭敌人。

题图：王小飞

*　*　*

本刊更正

三月号目录中第四行阜赢应改为阜嬴；四月号目录中第十行苏国新应改为周仕生；五月号第二十二页左栏倒数第七行共产党应改为共产党员；五月号第二十四页中栏第一行今年二月应改为今年一月；五月号第三十二页左栏第十九行一万零三千卡应改为一万零三百千卡。



SS—9 和民兵 III

本栏解说：卫　空

帝国主义就是侵略，就是战争。苏、美两个超级大国为了争霸世界，疯狂扩军备战。它们口中高喊“裁军”，实际上天天在扩军。SS—9 和民兵 III 洲际弹道导弹就是它们各自用以讹诈世界革命人民的核大棒。这两种导弹是苏修和美帝以陆地为基地的战略导弹的主力，下面根据国外报刊的资料，对它们作一简单介绍。

SS—9 洲际弹道导弹　苏修的 SS—9 洲际弹道导弹，又称“悬崖”式导弹（SS—9 和“悬崖”系西方国家给它取的代号和绰号），首次出现于一九六七年十一月七日红场的阅兵式中。

这是一种二级液体推进剂导弹。导弹全长约三十六米，直径三米，发射重量一百六十吨，射程一万一千公里以上。可携带一个威力为二千五百万吨 TNT 当量的单弹头或三个威力为五百万吨的 TNT 当量的多弹头。

SS—9 导弹由串联的两级液体火箭、仪器舱及弹头组成。每一级火箭又分氧化剂箱、燃料箱、发动机、尾段等部分（外形见图）。两种推进剂分别装在两个独立的受力式箱体中，级间过渡段采用封闭式结构。

从导弹的箱体尺寸看，所用的推进剂可能是四氧化二氮氧化剂及肼类燃料。第一级火箭的动力装置为六台主发动机和四台摆动发动机。第二级可能采用一至二个主燃烧室和四个摆动喷管。

制导系统估计用的是全惯性系统。运载多弹头时，可能与弹头母舱的制导系统合成一套。据外刊猜测，SS—9 导弹的命中精度为圆公算偏差零点八公里（即有百分之五十的弹头落在以瞄准点为中心，以零点八公里为半径的圆内）。

SS—9 携带单弹头时，还可用作部分轨道轰炸系统，即先把弹头送入离地球一百六十公里的高空，在第一圈轨道飞行结束前的某一预定点上，按指令启动制动火箭，使弹头射向目标。这种系统运送的弹头小，落点偏差大。自一九六七年以后，苏修曾以发射“宇宙号”卫星为名，多次试验过这种武器。

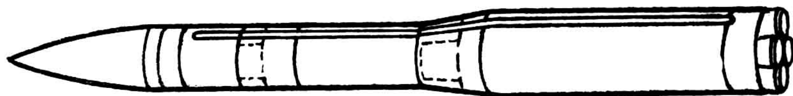
SS—9 的多弹头是集束式多弹头，没有分导能力。它采用侧向投放方式，三个子弹头的落点呈三角形，自苏美达成所谓“限制战略武器”临时协议后，苏修更是加紧研制携带分导式多弹头的新型洲际弹道导弹，在太平洋水域作了多次分导式多弹头导弹的全程飞行试验，其中就有准备替代 SS—9的SS—18 导弹，可携带四至六个百万吨级分导式多弹头。这充分暴露了苏修假裁军，真扩军的狰狞面目。

SS—9 导弹采用地下井热发射。发射井直径约九米，两边有排焰道，用以排泄发射时喷出的燃气。目前，苏修在乌拉尔山区等地共部署了约三百枚 SS—9 导弹。

民兵III洲际弹道导弹　民兵导弹是美帝的固体洲际弹道导弹。自一九五八年开始研制，共有民兵 I、II、III 三种型号。I型现已退役。

兵民 III 导弹，代号为 LGM—30G，是一九六六年在民兵 II 的基础上研制的。一九六八年首次试射，一九七〇年开始装备部队，现已装备三百五十枚，部署在北达科他州的迈诺特空军基地和大福克斯空军基地，计划到一九七五年末装备五百五十枚。

民兵III 导弹全长十八点二米，最大直径一点八八米，发射重量三十四点五吨，射程一万三千公里，



上图　民兵III洲际弹道导弹外形图



上图　SS—9 洲际弹道导弹外形照片

可携带三个二十万吨 TNT 当量的子弹头。

民兵导弹三种型号的动力装置均为三级固体推进剂火箭发动机。发动机的外壳就是导弹的外壳。级与级之间用铝合金壳段连接，加上第三级火箭上面的仪器舱及弹头就构成了整个导弹(外形见图)。

在仪器舱内装有惯性制导系统，它由稳定平台及电子计算机等组成，采用了大面积集成电路和微小型化器件。计算机在整个飞行期间制导导弹。为产生导弹的控制力，各级都有自己的控制系统执行机构。第一级采用四个摆动喷管，第二、三级采用液体二次喷射方法，即向喷管内喷注低温氟里昂液体来改变推力方向，进行俯仰和偏航的控制。据报导，民兵III的命中精度为园公算偏差零点四公里。

为了满足扩军备战的需要，美帝在不增加导弹数量的前提下，通过采用多弹头来成倍地增加弹头的数目。民兵III目前使用的MK12分导式多弹头，是由一个整流罩、三个子弹头，突防装置、制导舱和末助推推力舱组成。当弹头与第三级分离以后，通过末助推控制系统对主动段的发射误差及随后的弹头姿态进行修正。到弹道预定投放点，由母弹头制导系统发出指令，把三个子弹头依次按不同方向投放。投放后，子弹头按惯性飞向预定的不同目标，落点间距可达一百公里以上。目前美帝还在加紧研制用于民兵III的新MK12A分导式多弹头。

民兵导弹在出厂后，和运输车一起用飞机运到导弹基地，再用运输车送到发射阵地并装入地下井。

民兵III地下发射井的直径约四米，深约二十五米。每十个井组成一个小队，由位于地下十五米深处的发射控制中心控制。由五个小队组成一个中队。三至四个中队组成一个基地。两个发射井之间的距离不小于九公里，以防止一个核弹头同时摧毁两个井。每个发射控制中心都可对整个中队的五十枚导弹进行控制，且可一次齐射。此外，还可由飞机在空中遥控发射。美帝吹嘘能在接到命令后三十秒内把导弹发射出去。

美帝为了扩军备战，与苏修争霸，正在设法提高民兵III导弹的生存能力，如采取加固地下井、研制防核电子设备、在导弹基地布署反导弹系统等措施。但即使如此，美军头目也仍然认为不能确保其生存能力，因此还在研制陆地和空中机动发射的民兵导弹。

苏修美帝都是纸老虎，世界各国人民反对苏美两霸的革命怒潮势不可挡。一、二件新式武器绝对挽救不了它们必将灭亡的命运。历史前进的车轮必将把苏美战争贩子随同它们的杀人武器一起辗得粉碎。



马力与推力

本栏解答：本　光

柳州市农械厂欧阳澄同志来信问：在我们熟知的农业机械中，常用马力作单位，为什么在航空书刊中，用推力作飞机动力的单位？马力与推力能换算吗？下面就来回答这一问题。

首先，应注意马力和推力具有完全不同的概念。马力是功率的单位，而推力是力，以公斤或吨作单位；目前，还有采用“千牛顿”作为推力的单位。不过，力和功率之间有一定的关系。

功和功率

参看图一，人推小车前进时，就对小车作了功，若力的方向和小车前进的方向一致，则所作的功等于作用力与移动距离的乘积。推车速度不同，效果也不一样，因此用单位时间内所作的功表示动力机械的重要指标，称之为功率。单位时间内物体移动的距离等于速度，因此功率也等于作用力与物体运动速度的乘积，以马力作单位。一马力等于每秒钟作七十五公斤米的功。

内燃机、电动机、水车、风车等是用转轴作功的机械。转轴所作的功等于作用在转轴上的扭矩与角位移的乘积。其输出功率等于转轴在单位时间内所作的功，即功率＝扭矩×角位移/时间。单位时间的角位移等于轴的角速度，与转速保持一定的关系，只要测出作用在动力机械转轴上的扭矩和轴的转速，就可以知道输出功率是多少马力。

输出功率、拉力、推进功率

在早期的飞机上，广泛采用的活塞式航空发动机是一种用转轴输出功率的内燃机，但是转轴输出的功率并不能直接推动飞机前进，只能带动螺旋桨转动(参看《飞机动力的演变》一文的插图)。螺旋桨转动时，在桨叶上产生向前的拉力。飞机在螺旋桨拉力的作用下，克服空气阻力，才能以一定速度向前飞行。此时，螺旋桨对飞机作的功称为推进功，其功率称为推进功率。所以，推进功率＝螺旋桨拉力×飞行速度

螺旋桨工作时，并不能将发动机桨轴输出的功率全部转换成拉力来作功，有一部分功率会损失掉，因此，螺旋桨的推进功率总是小于发动机的输出功率。

由空气动力学知道，当飞行速度低于音速时，空

气对飞机的阻力与飞行速度的二次方成正比。将此关系代入推进功率的公式中，可以看出，飞机所需的推进功率与飞行速度的三次方成正比。当飞行速度接近音速或大于音速时，产生了很大的冲波阻力，飞机所需的推进功率就不是与飞行速度的三次方成正比，而是增加得更多。

此外，当飞行速度达到每小时六、七百公里以上时，螺旋桨损失的功率更多，工作效率急剧降低。这意味着，发动机输出的功率相同，螺旋桨产生的拉力却大大降低。因此，要提高活塞式飞机的飞行速度，就必须急剧地增加发动机的输出功率，才能满足推进功率的要求。例如，二次大战末期，比较先进的单座战斗机飞行速度约为每小时六百二十公里，发动机的输出功率约为一千多马力，如果将这种飞机的飞行速度提高到每小时一千公里，就需要八千到一万马力的发动机才行！但是，这种活塞式发动机不仅体积庞大，而且沉重不堪（至少有五吨重），飞机将无法起飞。这时，只有采用重量轻，推进功率大的燃气涡轮发动机作动力了。

图二表示出飞机的推进功率与飞行速度的关系。

推力、推进功率

喷气发动机工作时，高温燃气以很高的速度由尾喷管喷出，产生向前的力，推动飞机飞行，称之为推力。这与活塞式航空发动机螺旋桨产生拉力，使飞机向前飞行一样。可是，活塞式发动机只输出轴功率转动螺旋桨，由螺旋桨产生拉力，发动机与推进器是分开的；而喷气发动机却直接产生推力，发动机与推进器结合成为一个整体。

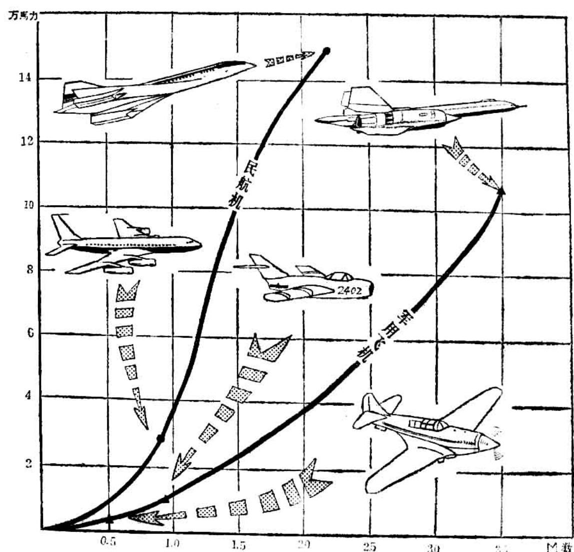
喷气发动机在静止状态下运转时，虽然产生了推力，因为不向前运动，因此它并没有作功，没有推进功率。然而一旦当飞机克服阻力向前飞行，就产生推进功率，如果用马力作它的单位，得出：

推进功率(马力)＝推力(公斤)×飞行速度(米/秒)/75

由上式看出，喷气发动机推进飞机的功率是随飞行速度变化的。在推力不变的条件下，飞行速度愈高，推进功率愈大。实际上，推力是随飞行速度变化的。对于空气喷气发动机而言，当飞行速度增加时，开始推力略为减小，随后又增大，增到最大值后，推



图一 人推小车前进，就对小车做功。



图二 飞机推进功率随飞行速度的变化
M数：飞行速度与音速之比

力又急剧减小，直到下降为零（参看本刊第一期《喷气推进原理》，这是由于发动机的空气流量和排气速度变化造成的）。所以，在一定的飞行速度范围内，飞行速度愈高，推进功率愈大，这是喷气发动机优于活塞式发动机的突出特点。

用喷气发动机推进飞机，在飞行中产生多大的推进功率呢？这就要看飞机的大小、飞行速度与飞行高度了。例如装有四台喷气发动机的波音707客机，在接近一万米高度以每小时八百六十公里的速度飞行(M＝0.8)时，推进功率约为二万八千马力。研制中的“协和”号超音速客机在高空以M＝2.2的速度飞行时，推进功率约为十五万马力（图二）。

当量马力

涡轮螺桨发动机除了输出功率转动螺旋桨而外，还向后喷气获得少量推力。这时发动机又输出功率，又产生推力，用〔马力－公斤〕来表示发动机性能很不方便。因此，将喷气产生的推力，根据飞机的飞行速度换算成推进功率，然后将它加到螺旋桨轴的输出功率上，两者之和称为当量功率，用当量马力作它的单位。

涡轮螺桨发动机在地面工作时，飞行速度等于零，喷气推力可以根据实验数据转换为推进功率。此时：

功率(马力)＝推力(公斤)/1.1～1.2。

加上螺桨轴的输出功率，就可求出静止状态下涡轮螺桨发动机的当量马力。

插图：宋启宣



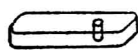
麦杆直升模型飞机

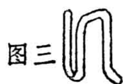
张厥梁　李克毅

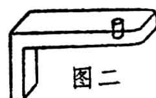
麦杆直升模型飞机（以下简称小直升机）是用小麦杆做机身的一种小型直升飞机。小直升飞机结构简单，重量很轻，用材少而易取，制作方便，调整容易，留空时间长，很适用于广大农村和城市中小学航空模型活动的普及。下面简单介绍小直升机的制作和调整方法。

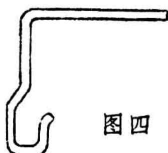
一、材料

1. 机身——采用成熟的小麦杆。选取麦穗下第一、二节直径三毫米左右，杆直、粗细均匀、园整、没有折痕及扁瘪的麦杆。最好在小麦收割前到地里剪取，脱粒后的麦杆大多被损坏就不能使用了。剪下的麦杆放在干燥通风处凉干。


图一


图三


图二


图四

2. 桨根——直径一毫米，坚韧挺直的园竹丝。

3. 机翼椽——0.5×1毫米的扁竹丝。取竹青部分。

4. 机翼——薄棉纸。因小直升机机翼面积小，爬升得很高，容易超出视线，必须把棉纸染上颜色，一般可用红墨水将棉纸染成红色，较鲜艳夺目。也可以根据喜爱用染料染成各种颜色。

5. 桨叶——光滑、质硬的薄卡纸。也可以用绘图纸，有条件可用0.5毫米桐木片削制。

6. 橡筋钩——0.25～0.3毫米的钢丝。可用操纵钢丝。

7. 机头——一毫米层板。也可用硬塑料片或铜皮、铝皮制作。

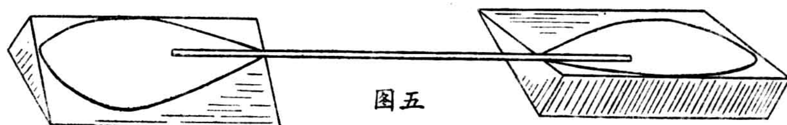
8. 橡筋——1×1毫米橡筋。

9. 垫片——薄塑料片剪成小园，中间打小孔。也可用滑片代替。

二、制作方法

1. 机身——用双面刀片将麦杆截成一百五十毫米长，截面应平正、与杆身垂直，切口不能开裂或折瘪。用一毫米层板制成机头（如图一），用细针穿孔。如用铜片制作，则按图二形状。然后将机头胶在麦杆头端，机头应垂直于麦杆。如用铜片制作的则用丝线匀密地扎牢并涂上一层胶水。将削制好的0.5×1毫米细竹丝，截取一百五十毫米长，用丝线对称地扎在离机头十五毫米的机身上，翼椽方向与机头垂直。将0.25毫米钢丝弯成如图三形状，用丝线扎在机身尾端五毫米处，方向与机头方向一致，线应扎紧但不能使麦杆扁瘪，外面涂胶水。最后，将棉纸对折，剪成图纸上机翼的形状，打开后对称地胶在翼椽和机身上。

2. 螺旋桨——截取ϕ1毫米竹丝八十毫米长，画出中心。将0.25毫米钢丝弯成图四形状，用丝线将前轴钩扎在竹丝中心处，使它不能转动，扎线应紧密并涂上胶水。把薄卡纸剪成图纸的桨叶形状，画出中心线（应注意正反），然后把桨叶按规定位置及角度胶在桨根上，胶合办法见图五。干后将桨叶弯成弧形。

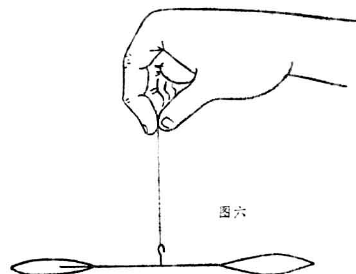

图五

胶桨叶是关键，直接影响小直升机的性能，注意以下二点：1. 桨叶前后椽不能胶反。2. 叶片左右应对称，重量要平衡（可照图六方法检查），二面的桨叶角及弧度应一致。

3. 总装——先检查各部件是否正确、对称，胶合是否牢固。然后将垫片套在轴上，再将轴钩小心地套进机头，在前、尾钩间挂上橡筋，橡筋的长度和前、尾钩间的距离相同，结头要打牢。初步调整桨叶角。有条件可称一下模型的重量，不挂橡筋时小直升机重量应在0.75—1克左右。

三、调整试飞

1. 调整重心——小直升机重心位置约在机翼前椽下$\frac{1}{3}$处。将小直升机水平举起，让它自由下落，以模型能平衡飘下为宜。如头重，可将机翼下端对称地剪去一些，反之可增加机翼的宽度。


图六

2. 室内试飞——室内试飞是小直升机的基本调整，是很重要的。先将桨叶角和桨叶弧度调至图纸规定范围，桨叶角太大或弧度太凹时，阻力大、转速慢飞不高；反之则升力小爬不上去。以固定的圈数试飞，反复调整桨叶角和桨叶弧度，使小直升机在以最轻快的姿态能上升到最高度。一般手绕50圈，小直升机能从地面上升到房顶

（4－5米）。

室内试飞可能产生放手后小直升机原地不动或上升极低的现象，产生这种情况有几种原因：1.模型太重；此时只能加大动力，但效果不好。2.桨轴阻力大、转速慢，可减小阻力和加一滴蓖麻油。3.橡筋太长或太短。4.桨叶角和桨叶弧度没调整好。

此外，还可能出现左右摇摆现象，这是模型不对称所引起的。在室内试飞时，从小直升机飘落姿态可进一步调重心。

3.场外试飞——小直升机在室内调试正常，一般在场外试飞可得到满意效果，但仍需进一步调试。场地选择开阔的田野、机场、广场等，先作中动力试飞，再作全动力试飞。场外试飞应作如下准备：（1）把橡筋剪成适当长度，打好结，洗净上好蓖麻油，放在塑料袋内。（2）备手摇钻一把，用$\phi 1$钢丝做个钩子夹在夹头内。（3）备小工具箱一只，放一些必用的工具，胶水、钢丝、细线、另碎材料及备用螺旋桨、剪好的机翼棉纸，以备损坏后立即换上。

试飞时一位同学右手捏住机头和桨根，左手指缝里夹住橡筋，以防橡筋断裂时弹坏机翼。另一位同学用手摇钻拉足橡筋，顺时针摇，摇足后小心地退出橡筋并套在尾钩上，然后轻轻地松手，放的太快会引起橡筋断裂。使用的橡筋应先测试其极限圈数，试飞时就心中有数了。摇好橡筋后，再检查一下桨叶，作最后校正，即可放飞。这架小直升机一般能升到50—60公尺以上，留空时间二分钟左右。场外试飞的调整方法和室内试飞相同。

麦杆直升模型飞机简单轻巧，在我们多年来的航模运动及普及活动中效果较好，便于普及。当然小直升机也存在一定的缺点，如结构较弱，在大风中飞行容易摇摆和下压。

中日两国签订航空运输协定

本刊讯 在中日两国人民的大力推动和中日两国政府的共同努力下，中日航空运输协定于四月二十日在北京签订，并于五月二十四日生效。这是中日两国人民的共同胜利，也是中日邦交正常化以来两国关系中的一件大事，它对那些敌视中日友好关系的反动派是一次沉重打击，它对进一步发展中日两国睦邻友好关系，促进两国人民的友好往来和加强两国经济文化交流具有重要意义。

自从中日开始商谈航空运输协定以来，日本一小撮军国主义势力，煽风点火，设置障碍，妄图阻挠、破坏两国签订航空运输协定。"青岚会"中一部分法西斯分子，竟然叫嚷日本"抛弃台湾是错误的"，日本必须"进一步"同蒋介石集团"合作"。他们同蒋介石集团互相策应，竭力反对航空运输协定的签订。

日本一小撮军国主义势力逆历史潮流的行径，遭到了日本广大人民的坚决抵制。在日本广大人民和朝野人士的推动和支持下，日本政府终于排除种种阻力，同我国政府签订了中日航空运输协定。这是中日两国政府共同努力的结果。

中日航空运输协定是继今年一月签订的中日贸易协定之后，中日两国的又一个国家间的协定。作为一九七二年九月二十九日中日邦交正常化的结果，曾经存在过的日本与我国台湾省之间关于航空业务的换文和其他一切条约、协议及其他国际许诺，已全部失效。根据中日联合声明的精神，日台之间只能作为过渡性措施，有限制地维持地区性的民间往来。正如四月二十日大平外相在签订中日航空运输协定的当天在东京发表谈话时所说的："日本国和中华人民共和国之间的航空运输协定是国家间的协定，日台之间是地区性的民间航空往来。"

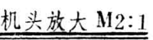
中日航空运输协定的签订，符合中日两国人民共同愿望和利益。中日两国是一衣带水的近邻，两国人民的交往有着两千年的悠久的历史。浩瀚的东海自古以来就是中日两国人民进行友好交往的天然航道。但是过去由于两国间没有直达航线，空中交通要绕道飞行，仍然很不方便。现在，中日已经签订了航空运输协定，通航后，北京东京间的飞行时间只需几个小时。

根据中日航空运输协定的规定，两国正式通航后，中国的民航班机有权飞进日本的大阪和东京；而日本的民航班机，有权飞来我国的上海和北京。此外，双方民航班机还分别享有从对方国家继续飞往世界其他国家的权利。例如，我国的民航班机可以经过日本，继续飞往中、南美洲和北美洲的一些国家；而日本的民航班机，可以经过我国，继续飞往亚洲和欧洲的一些国家。因此，中日航线的通航，相当于开辟了国际航空网中的一条重要干线。

现在中日两国政府和民航的有关部门，正在积极努力做好准备，争取在今年九月二十九日中日两国邦交正常化两周年之前，实现中日航线的正式通航。

消息与动态

麦杆小直升模型飞机



150

15

65

R65

R100

重心 ⅓ 机翼

φ3

机身刻面 M2:1

7

3 2

0.75

5

机头放大 M2:1

55

20

后椽

前椽

桨叶展开

80～100

φ160

20

150

4

6

机头 0.75 层板

垫片 0.2 塑料片

前轴钩 0.3 不锈钢丝

桨叶 0.2 硬卡纸

桨根 φ1 竹丝

机翼椽竹丝

机翼棉纸

机身小麦杆

橡筋 1×1

尾钩 0.3 钢丝

制图 张欧樑 1974.3.








旅客安全
与设备
座椅安全带
空调增压座舱
应急供氧设备
医疗设施
消防器材
灭火瓶
呕吐袋
⑥⑦救生船存放箱
⑧干化学灭火瓶
和液体灭火瓶
⑨后登机门
⑩应急出口门
⑤旅客舱
④救生船存放箱
③应急救生电台
②应急救生设备架
（手提式氧气瓶、
CO_2灭火瓶、手斧）
①驾驶舱
⑪应急出口窗
⑫尼龙救生滑绳
⑬前登机门
⑭装在门上的
自动充气的
应急软滑梯
⑮灭火瓶
水上迫降
陆上迫降
救生船
救生圈
应急软梯


Hangkong Zhishi

7

1974

航空知识


牛娃在天上
一九七一年

毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

备战、备荒、为人民。

航空知识　一九七四年七月号目录　七月一日出版

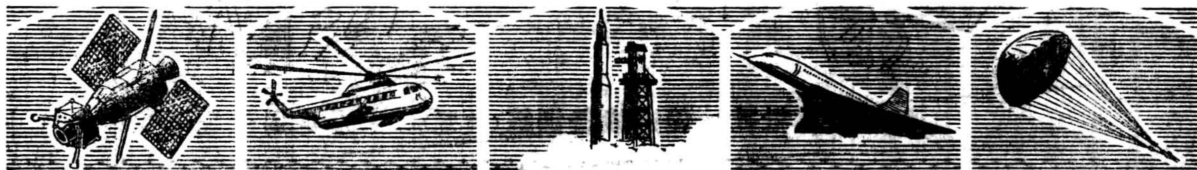
在这一期

在批林批孔不断深入发展的大好形势下，迎来了伟大、光荣、正确的中国共产党诞生的五十三周年。本期发表的《朝气蓬勃的共产党员》等文章和照片，介绍了在无产阶级文化大革命和批林批孔运动中茁壮成长的一代新人。

今年五月，我国云南四川一些地区发生强烈地震。伟大领袖毛主席和党中央对灾区人民的亲切关怀，全国人民的大力支援，极大地鼓舞了受灾地区各族人民艰苦奋斗，自力更生，发展生产，重建家园的革命意志。本期《飞越山川送深情》一文报道了空军某部直升飞机空运救灾的事迹。

近年来，防空导弹技术的迅速发展，特别是它在去年中东战争中的大量使用，引起世界各国的注目。本期《防空导弹》一文介绍它的一般知识和发展概况。

编辑　中国航空学会航空知识编辑委员会
出版　航空知识杂志社
地址：北京市学院路
印刷　北京新华印刷厂
北京胶印厂
发行　北京市邮局总发行，全国各地邮局订购
代号：2-410　印数：219,000　定价：0.20元



本期封面

朝气蓬勃的共产党员

——记空军某部副团长钱厚来

本栏解说：唐禹民

在祖国北疆的某机场上，马达震天响，一队队战鹰凌空直上，展翅出航；一架架银燕轻轻着陆，安全返航，一派繁忙的练兵景象展现在眼前。

塔台上，站着一位英姿焕发的年轻指挥员。他手握话筒，沉着果断地指挥着这紧张而有秩序的飞行训练。他就是航空兵某部副团长钱厚来同志。本期封面所刊登的这张照片，就是他指挥时拍下来的。

钱厚来同志是在无产阶级文化大革命中成长起来的新干部。他在一九六六年入伍，一九六九年从航校分配到部队后，坚持认真看书学习，苦练杀敌本领。通过无产阶级文化大革命的锻炼和教育，他的阶级斗争和两条路线斗争觉悟有了很大提高，光荣参加了中国共产党。他努力学习，在飞行训练中没有出现过错、忘、漏动作，一九七二年荣立三等功，同年被提升为中队长。在党的十大召开的前一个月，他被选进老、中、青三结合班子，担任副团长职务。这时钱厚来刚满二十四岁。

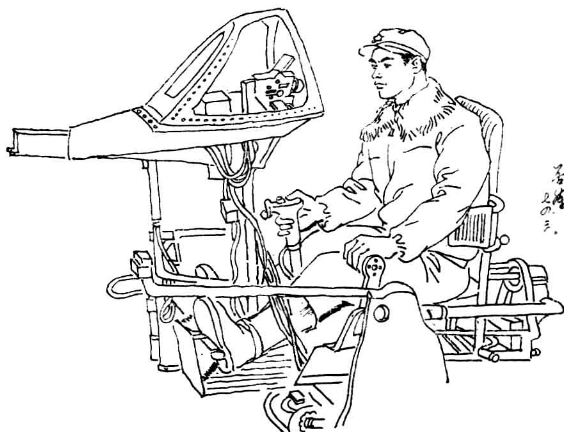
为了使钱厚来迅速地担负起领导工作，团党委一方面让他到斗争第一线大胆实践，一方面发动老干部热情耐心地传、帮、带。

党的期望、战友的嘱咐，使钱厚来心情很不平静。他联想自己从一个普通青年，成长为人民飞行员的过程，深深体会到，自己的成长，是党和毛主席哺育的结果。他说："现在党把我放到领导岗位上，并不是自己比别人高明，而是革命事业的需要。我决心克服困难，刻苦学习，联系群众，勇于实践，炼出一副铁肩膀，挑起革命千斤担。"

钱厚来同志没有辜负组织上和同志们的希望，他认真学习毛主席的军事思想，勤学苦练飞行技术，老团长手把手地教他指挥飞行。在见习指挥中，他为了掌握指挥主动权，始终坚持调查研究，经常了解飞行员思想状况、技术状况和飞行特点，坚持和参谋人员一起作飞行日计划。

实践出真知，斗争长才干。在批林批孔运动的推动下，钱厚来经过一年的锻炼，政治思想水平和军事指挥能力迅速提高。他决心和同志们一起深入批林批孔，努力提高阶级斗争和路线斗争觉悟，坚持向群众学习，扎根于群众之中，做好各项工作，以实际行动保卫无产阶级专政，保卫无产阶级文化大革命的胜利成果。

这张照片拍摄时，用的是日光型彩色反转片，胶卷感光度为十八度，光圈在十一和十六之间，速度为一百二十五分之一秒。





抓好批林批孔　促进战备训练（速写）　　屈建国



程 鹰

五月十一日凌晨，云南省永善、大关、盐津、绥江四县和四川省雷波县发生强烈地震后，受到伟大领袖毛主席和党中央的亲切关怀，受到全国人民的大力支援。人民解放军空军部队奉命迅速派飞机，到灾区空投党中央的慰问电，向重灾区空运食物、药品等各种救济物资。毛主席和党中央的关怀，极大地鼓舞了受灾地区各族人民艰苦奋斗，自力更生，发展生产，重建家园的革命精神。下面这篇报道，介绍了参加抢险救灾的人民解放军部队之一——空军某部直升飞机空运救灾的事迹。

上午十时，中国人民解放军空军某部接到了向地震灾区空降运送物资的命令。部队党委以战斗的姿态召开了党委常委会，决定全力以赴，选派最好的机组和飞机，并向全体人员做了动员。在深入批林批孔斗争中受到锻炼的指战员们群情振奋，斗志昂扬。虽然这是一个星期天，但整个空、地勤准备工作只用了很短时间就完成了。

空降着陆场座落在海拔三千米的凉山山麓。这里谷深水险，蜿蜒的金沙江呼啸奔腾，穿谷而过。两侧耸立的山峦象一把把利剑，直插兰天，直升飞机要到达的着陆场，却只有一个兰球场那么大。复杂的地形、多变的气候，对空运部队将是一场严峻的考验。

试航机组满载着毛主席、党中央和祖国人民的重托，在副部队长黄子光的率领下，首先起飞，直奔灾区。黄子光这个在旧社会饱尝了人间辛酸和苦难的同志，清楚地知道，是党和毛主席把他救出了火海，给他安上钢铁翅膀的，为了把毛主席、党中央的关怀送到灾区，他明知征途有艰险，越是艰险越向前。他豪迈地说：就是山鹰不敢飞越的山谷，我们人民的飞行员也敢闯。

在地面指挥的引导下，战鹰顺利靠近了金沙江畔，再向前，一座座高耸入云的山峰迎面扑来，团团白云笼罩山颠。根据试航计划，要到达着陆场，必须下降高度，沿江而上，穿越一条长四十多公里、宽不到一百米蜿蜒曲折的狭长山谷。担任机长的黄子光同志一面环视着周围的群山，一面紧盯着座舱内的仪表。高度在不断下降：二千米，一千五百米，一千米……为了能找到着陆点，飞机距离江面只有一百五十多米了。直升飞机在变化无常的气流中，以每小时六十公里的速度前进着。发动机的轰鸣在山谷里引起了强烈的回响，旋翼不时有碰上两侧悬崖的危险，虽然是高原的五月，但机舱里的同志们已经汗流浃背了。就在这时，迎面一座峭壁象一堵天然屏障出现在航线上，向下看去，浪拍云崖，江水绕着峭壁转了个九十度的大弯，向后奔流去。战鹰要沿着这条宽不到七十米的峡谷飞行，转这么大的弯，对飞行员来说不仅是一次技术上的严格检验，更是一场战斗意志的严峻考验。

为了给后续机组开辟航线，及时把毛主席、党中央的关怀传达给灾区人民，黄副部队长以毛主席关于**“下定决心，不怕牺牲，排除万难，去争取胜利”**的伟大教导鼓舞自己，再一次减慢了速度，让战鹰紧贴着江面前进。本来只要二十分钟的航程，他们却足足用了四十多分钟。象这样长时间、大马力地在峡谷中飞行，对参加过多次抢险救灾的黄副部队长还是第一次。他知道，思想上的任何一点麻痹都会给飞行造成严重后果；他又想到，通过他们送往灾区的不仅是救灾物资和药品，更重要的是送去了毛主席、党中央对灾区人民的关怀，体现社会主义制度的无比优越，寄托着子弟兵对人民的无限热爱。这样的飞行，本身就是对林彪反党集团对我们社会主义制度无耻攻击的有力批判。

机组全体同志牢记毛主席关于**“我们的责任，是向人民负责”**的教导，互相鼓励，密切协同，经过两个多小时的战斗，终于胜利地完成了试航任务，为空降任务的完成，

『下愚』飞上了天

——介绍中国画《牛娃在天上》

张宗尧

本期封二发表的中国画《牛娃在天上》，描绘了一位到部队探亲的贫农老大爷，经身旁一位飞行员的介绍，看到了在解放前给地主当放牛娃的儿子，如今正驾驶着战鹰飞翔在蓝天上，警惕地守卫着祖国神圣的领空，不禁在内心里充满喜悦和自豪。作者抓住了人物最能传神的一个典型瞬间的动作和神态，创造了这样一个意境：牛娃虽然不在画面上，但是我们通过老大爷手捏烟袋、出神地凝视着蓝天的神态，通过旁边那位飞行员对自己战友的夸赞，也仿佛看到了牛娃驾驶战鹰，驰骋长空的雄姿；我们还仿佛听到老大爷在自言自语地说：『娃子能有今天，全靠毛主席他老人家啊！』

这是这幅画的本意。但是还不仅如此。看了这幅画，联系当前的批林批孔斗争，不禁使人想到：这个被林彪和孔老二看作『小人』、『下愚』的放牛娃，是毛主席、共产党解放了他，并给他装上钢铁的翅膀，『小人』当了时代的主人，『下愚』飞上了天。这一生动的事实，雄辩地说明『**卑贱者最聪明！高贵者最愚蠢**』这一伟大的真理。

叛徒、卖国贼林彪效法孔老二宣扬『上智下愚』的唯心史观，恶毒地污蔑劳动人民只知『油盐酱醋柴，妻子儿女』，而把自己打扮成『行空』的『天马』，为其篡党夺权，复辟资本主义制造理论根据。但是，历史的辩证法是无情的，正如我们在这幅画里所看到的，在蓝天上展翅飞翔的，恰恰是被林彪和孔老二看作『小人』、『下愚』的放牛娃，在批林批孔斗争中，打倒他们这些『圣人』、『天才』的主力军，也是广大的工农兵。

提供了航线情况，并掌握了峡谷飞行、高原气候特点等宝贵的第一手资料。

当一架架战鹰把毛主席、党中央对灾区人民的关怀和救灾物资送到灾区时，整个山区沸腾起来了！人们扶老携幼，奔走相告，向飞机围了过来，“毛主席万岁！”“共产党万岁！”的口号声响彻山河。一位八十多岁白发苍苍的老人拉着飞行员的手，流着眼泪诉说了五十七年前这里遭到地震灾害，许多亲人惨死后三、四十天无人掩埋的情景。他满怀深情地感谢毛主席、党中央对灾区人民无微不至的关怀。正在医疗队治疗的雷波县渡口公社一些地震中受伤的干部群众纷纷表示，要狠批林彪、孔老二鼓吹的反动的天命观和天才论，向英雄的大寨人民学习，向大自然进行顽强的斗争，以艰苦奋斗，自力更生，发展生产，重建家园的实际行动，报答毛主席和党中央的关怀。灾区人民在批林批孔运动中焕发出来的革命精神和“灾害面前不低头，自力更生建家园”的实际行动，给了部队以很大的教育。

高原气候瞬息万变，空降能够利用的天气是短暂和有限的。一天下午，由副中队长于炳燮同志带领的机组，在空运途中正准备下降高度、沿江穿谷飞行时，天气突然变化，空中的浓、淡两种积云象流星似的向他们扑来，按照一般情况应该立即返航。这时，毛主席、党中央的重托，灾区人民生产自救的革命精神，给了同志们极大的鼓励，这位曾经几次参加过抢险救灾的副中队长，深深懂得把救灾物资及早送到灾区人民手里的意义。他一面勉励大家，一面聚精会神地驾驶着战鹰，利用云缝间隙，穿云而出，一米一米下降着高度，向着陆场靠近。青年领航员邵同康是第一次遇到这样的天气，但他坚定、沉着，准确的计算着各种导航数据，在机组同志们密切配合下，突破了云层的重重障碍，安全、及时地完成了空运任务。

在连续紧张的空运任务中，从部队长到每个战士，从空勤人员到地勤人员，大家心往一处想，劲往一处使，人人争为灾区人民重建家园做出贡献。一天中午，机场上空突然浓云密布，眼看着即将运往灾区的药品和物资有被大雨淋湿的危险，早上三点半就到机场参加机务保障的大队长刘善凯同志，连饭都没顾上吃，就立即和大家一起投入转运物资的战斗。试航机组空中机械师蒋极富同志，除每天跟机执行任务外，还积极参加维护工作，一天连续十四、五个小时吃在机场、睡在机场，不顾疲劳，连续作战，出色地完成了任务。



题图：罗　军　插图：齐　飞

遥控飞机

魏　志　祥

近年来，航空界出现了一种新型的飞行器——遥控飞机。本文就它的飞行、用途和优缺点向读者们作一简单介绍。

“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”在发展有人驾驶飞机的同时，无人驾驶飞机经历着从靶机到无人驾驶侦察机和到遥控飞机的发展过程。

一九一七年，英国开始试验第一种无人驾驶飞机(图一)。一九二四年，英国和美国无线电遥控的无人驾驶飞机的飞行都第一次获得初步成功。一九三〇年英国研制成功了一种获得真正广泛应用的“蜂王”靶机(图二)。在靶机的基础上，六十年代又出现了用于照相侦察和搜集电子情报的无人驾驶飞机以及由一些杂用机、直升飞机和已经退役的有人驾驶军用机改装成的各种特殊用途的无人驾驶飞机。一九七〇年以后，开始了遥控飞机的研制。

遥控飞机的操纵

为了说明问题，我们将遥控飞机和无人驾驶飞机作一比较。这两种飞机相同的是飞机上都没有驾驶员，都是靠飞机上的各种设备自动进行驾驶和操纵。不同的是无人驾驶飞机除发射和回收阶段外，均按飞机上预先编排好的程序来控制飞行，而遥控飞机则由位于母机或地面站（图三）的遥控员以无线电指令信号通过小型电视摄象机、高速数据传输装置和其它一些电子设备进行实时遥控。下面谈谈控制它们飞行的具体过程。

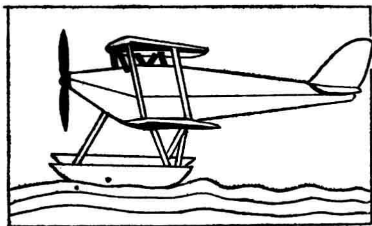


图　一

无人驾驶飞机在飞行前，根据它所执行的任务，先由操纵员确定它的航线以及航线上各段的飞行速度、高度等参数，编制好程序。然后母机把它带在机翼下起飞(图四)至投放区由驾驶员投放。投放后，无人驾驶飞机靠自己的机载设备打开发动机，并按预先编排好的程序飞行。在母机里的操纵员的作用是进行监视或处理一些意外情况。飞机在执行了远距离任务后，由机上的多普勒等导航装置引导回终端区。此时，再由位于地面或回收机上的微波指令引导装置把飞机引导到回收区。飞机打开降落伞，直升飞机放出钩子钩住回收伞伞绳，把回收伞绞进直升飞机，无人驾驶飞机则悬挂在直升飞机下面被带到回收场并放在松软的垫上(图五)。此外，有的也在海面上进行回收。

遥控飞机或由母机带至空中发射，或靠普通的起落架从地面上遥控起飞(图六)。然后由遥控员根据预定的航线引向目标区。这名遥控员可由领航员担任，叫中途遥控员。他可以操纵一群遥控飞机。到达目标区后，中途遥控员把遥控飞机一架一架地交给数名终点遥控员，由他们一人操纵一架飞机去执行任务。在执行诸如轰炸这样的任务前，终点遥控员必须观看遥控飞机上电视摄象机拍摄回来的侦察显示，从而选择目标遥控轰炸。终点遥控员可以由飞行员担任。遥控飞机完成任务后，仍由中途遥控员遥控返航。遥控飞机的回收方法正在研究中。一种是仍用直升飞机在空中回收，这种方法成功率低。对无人驾驶飞机来说，成功率也才百分之八十八。此外，它占用人员较多，又费时间，回收一架要一个多小时，且只能在白天天气好时回收，遥控飞机的尺寸和重量也受回收直升飞机的限制等等，因此，正在研制用普通起落架进行遥控着陆(图七)和使用滑撬、气垫着陆装置等。

遥控飞机的用途

在无人驾驶飞机用作靶机以及侦察和电子战飞机的基础上，目前正在研究企图使遥控飞机能执行侦察、电子战、轰炸和空战等任务。

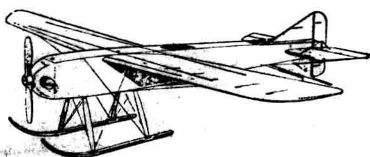


图　二

一、用于侦察

用无人驾驶飞机进行高空和低空照相侦察已经实现。目前企图利用遥控飞机上装的电视摄象机进行实时侦察。电视摄象机拍摄的地形图象能够及时地传至地面站或母机内的荧光屏上，其传递距离最远可达二百四十公里处的空中接收站。遥控员在屏幕上所见到的，就如同坐在遥控飞机内所见到的一样。

二、用于轰炸

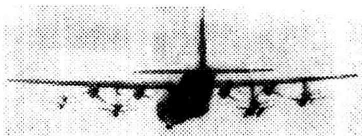
用于轰炸的遥控飞机有可回收和消耗性的两种。

可回收型遥控飞机由母机带至空中发射，然后便一直处在遥控员的电视控制之下。遥控飞机上挂载有电视制导的空对地导弹或炸弹。装在炸弹或导弹头部的电视摄象机拍摄的目标图象显示在监视器上，遥控员根据监视器上出现的目标，通过遥控飞机的电视传输网路把武器导向目标(图八)。这种遥控飞机的作战半径约为四百公里。

消耗性遥控飞机本身装有战斗部，在执行任务时，一同被销毁。这种飞机上装有光电制导装置，在母机离目标很远处，由它辨认目标、跟踪目标，遥控员根据目标位置，即可把遥控飞机导向目标。



图三　遥控飞机的一种地面指挥站



图四　母机带着四种不同的无人驾驶飞机

有一种消耗性遥控飞机带有激光照射器，当遥控飞机飞到目标区后，遥控员即指令遥控飞机投下激光制导炸弹，同时遥控飞机也被引导到目标上空并用激光光束照射目标，炸弹因此被导向目标进行轰炸。

三、用于电子战

这种遥控飞机可发出电子干扰信号，或投撒金属箔条和电子设备等假目标以迷惑敌方防御雷达，为轰炸机创造出一条安全航路。遥控飞机本身还可以用来吸引敌方火力或试验逃避地对空导弹的攻击。

四、用于空战

遥控飞机用来和敌方战斗机进行空战还只是一种设想。这种想法是在母机上装上尺寸很大的雷达，使它能在一百公里处搜索和跟踪目标。一旦发现目标，母机便将遥控飞机投放，并引导至截击位置向目标开炮或发射空对空导弹。但近来的研究表明，短期内要把遥控飞机用于空战的希望很小。一方面是因为存在着一些技术难题，如怎么同时遥控一个中队数量的遥控飞机，怎样提供一种可靠而又不受干扰的通信设备等；另一方面是要求它必须装有高推重比的发动机，相当好的火控系统等，这就大大提高了它的成本和增加了研制的困难。

除了上述军事用途外，遥控飞机还能用于新飞机研制。研制一种新飞机，总要作大量风洞试验，由于各种干扰的存在和不能完全模拟真实情况，所以，在风洞中通过模型测得的气动特性与飞机实际飞行的气动特性有一定误差。利用遥控飞机技术，可把较大的飞机模型挂在母机上，到达一定高度和速度后进行投放，让它自由飞行，然后通过遥测系统测量其气动参数。

到目前为止，普遍的看法是，在军事上有人驾驶飞机完全由遥控飞机来代替的企图是不实际的。遥控飞机只能在某些特定的任务中作为有人驾驶飞机的补充。

遥控飞机的优缺点

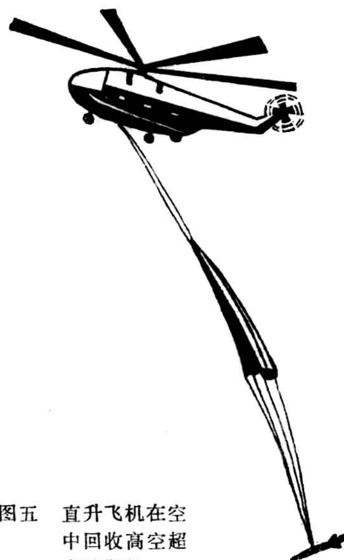
从经济和技术的角度来考虑，遥控飞机有一定的优点：

一、成本低

随着有人驾驶飞机的日趋复杂，飞机的成本也急剧增加。遥控飞机上无人，可免去昂贵的生命维持系统、应急飞行操纵系统和保护装甲，也不需要长寿命的发动机，还可以采用较便宜的材料，在生产上可采用适宜大量生产的胶接、液压成形等技术和不需切削的铸件，这就大大降低了飞机的成本。据报道，一种可回收的轰炸型遥控飞机单价为新型战斗机的百分之一点六左右，不回收的仅为千分之二点五。

二、机动性强

由于受到飞行员所能承受过载的限制，有人驾驶飞机不能作太剧



图五　直升飞机在空中回收高空超音速靶机

动态消息

△五月三十一日，中华人民共和国政府和扎伊尔共和国政府民用航空运输协定在北京签字。国务院副总理邓小平出席了签字仪式。中国民用航空总局局长马仁辉和扎伊尔政府交通运输代表团团长，交通运输国务委员埃克特比·米迪巴·蒙卓隆巴分别代表本国政府在协定上签了字。签字仪式前，邓小平副总理会见了扎伊尔贵宾，同他们进行了亲切友好的谈话。

△人民解放军空军某部从大学毕业归来的青年战士，更加朝气蓬勃地战斗在保卫祖国的岗位上，为加强部队建设积极贡献力量。这个部队几年来先后选送的几批青年战士，在大学里积极参加批林整风运动和无产阶级教育革命，刻苦攻读马列著作和毛主席著作，努力学习业务知识，在又红又专的大道上茁壮成长。他们毕业回到部队后，继续发扬在学校里积极批判资产阶级的革命精神，在批林批孔中更加刻苦学习，努力作战。从大学归来的四连战士邢步法，在批林批孔中主动担负连队的读书辅导员，帮助战友们结合批林批孔学习马列和毛主席的有关论述，推动连队批林批孔运动不断深入。火炮技师钟广生上完大学归来，用自己在学校里学到的知识，满腔热情地为部队战备工作服务。

△五月二十二日至六月七日，法国工业科学技术展览会在北京举行。这是法国政府在我国举办的一个大型展览会，产品主要包括航空和空间技术、机械制造、运输工程、电子技术、通讯设备等。在展览会的航空和空间技术馆内，展出了民航客机、直升飞机、航空发动机、火箭发动机、空间运载火箭、人造地球卫星等的模型、图片和实物。展出期间，中法两国技术人员举行了一百四十八个项目的座谈会。通过技术交流，增进了中法两国人民的相互了解和友谊。

烈的机动动作。但遥控飞机上没有驾驶员，故可作剧烈机动动作，只要不超过机体的强度极限就行。所能承受的过载可达十二个 g，约为飞行员所能承受过载的二倍。

三、续航时间长

由于遥控飞机上的设备可大大减少和简化，更多的空间可用来装燃油；不回收的遥控飞机燃油可一直用尽；遥控员在地面上或在母机内，也不易疲劳，所以续航时间可大大延长，有的可长达三十小时。

遥控飞机的弱点：

一、不能充分发挥人的作用

遥控飞机上没有驾驶员，遥控员靠操纵台遥控飞机，必然会有很多困难。

二、易受干扰

遥控飞机是用电子设备进行遥控的。特别是轰炸型和空战型遥控飞机，它们是由母机或地面站、遥控飞机本身和它所携带的导弹或炸弹三级组成的一个武器系统，其中任何一级电子设备受到干扰，遥控飞机就不能完成预定任务。

三、母机容易受到攻击

由于设备能力的限制，母机或地面站与遥控飞机间不能相距太远，目前约为一百公里。遥控飞机要执行离开己方控制区稍远一点的空中任务，就必须出动母机。母机常由大型运输机或轰炸机改成，飞行速度慢，机动性差，容易受到对方战斗机或地面火力的攻击。

四、受气象限制

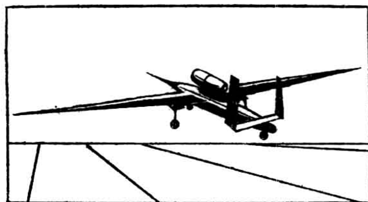
遥控飞机上电视摄象机的作用好比飞行员的眼睛，因此，它将严重地受气象的限制。遥控飞机主要在白天和晴天出动。

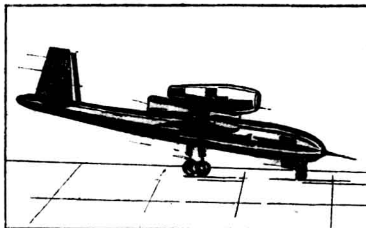
遥控飞机现况

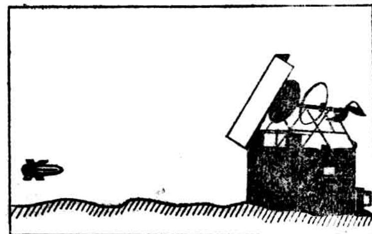
当前研制中的遥控飞机，拟用于照相侦察、目标搜索和指示、搜集情报、投撒金属箔条和投放武器等。现已有几种型号在进行试飞。

随着航空材料、导航、无线电控制、通信和光电制导等技术的发展，研制遥控飞机有了一定的可能性，但是也还存在着很多技术问题没有解决。例如：美国空军以前使用的无人驾驶飞机可靠性就很低，平均每架只能使用十二次，这也是遥控飞机待解决的问题。若要减少机载电子设备而把更多的作决定的能力授与遥控员，就必须增大发射机的频带宽度，这就易受对方干扰或引起遥控飞机间的相互干扰；若增加机载电子设备，使飞机有更多的独立作出决定的能力，飞机就会变得复杂、笨重和价格昂贵。另外，在遥控飞机要不要回收，多用途还是专用，一次用一架飞机还是同时用多架，遥控员由谁来担任等问题上，迄今还尚无定论。所以，要在短时间内提供使用是不容易的。

题图：王国伦　插图：杨廷政







图六（左）遥控飞机在遥控下起飞；图七（中）遥控飞机在遥控下着陆；图八（右）遥控飞机发射的空对地导弹正在飞向模拟目标。

飞机动力的演变

——谈涡轮喷气、涡轮螺桨和涡轮轴发动机的发展

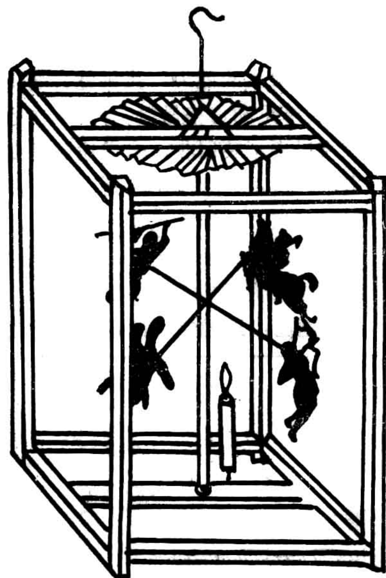
张 文 清

第二次世界大战末期，活塞式飞机的飞行速度达到每小时七百多公里，要进一步提高飞行速度，克服“音障”，必须有新的动力装置和适当的气动外形。喷气发动机的出现，解决了动力问题。

同志，您春节时候玩过走马灯吗？您可曾想到，这就是涡轮喷气发动机的雏型？

我国人民首先发明和应用涡轮喷气发动机原理

喷气发动机用来作为高速飞机（跨音速或超音速飞机）的动力，虽然只不过是近三十年来的事情，但是，人类对于喷气发动机原理的发现和应用却远在很早以前就开始了。其中最突出的成就首推应用燃气驱动涡轮的我国劳动人民发明的走马灯。勤劳、勇敢、聪明的我国劳动人民，早在800～1200年以前（即南宋或唐代以前）就已经利用燃烧热气流转动涡轮的原理制成了走马灯。参看图一，在走马灯里面装了一个能使纸人纸马转动的纸制涡轮，蜡烛在涡轮下面燃烧产生的热气流便驱动涡轮转动。它的工作原理就是涡轮喷气发动机的基本原理。我国劳动人民的这一成就比欧洲最初出现的类似走马灯的燃气轮机早400～800年。由于现代涡轮喷气发动机的基本工作原理和结构布局均与我国劳动人民发明的走马灯很相似，因此，我们可以自豪地说，我国劳动人民是首先发明和应用涡轮喷气发动机原理的人民。但解放以前，由于我国深受帝国主义、封建主义和官僚资本主义三座大山的沉重压迫，致使我国科研和生产的发展停滞落后，当然，燃气轮机的发展也不例外。解放后，在伟大领袖毛主席和中国共产党的英明领导下，我国的航空发动机工业有了很大的发展。特别是无产阶级文化大革命和批林整风运动以来，航空发动机工业战线上的广大职工，努力学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想，狠批刘少奇、林彪的修正主义路线，从而使革命和生产呈现一派蓬勃兴旺的大好景象。



图一 走马灯

涡轮喷气发动机的突出特点

虽然涡轮喷气发动机的雏型——走马灯早就有了，在第二次大战以前，也有一些国家曾在该领域中从事有关的试验研制工作。但喷气发动机的研究工作取得实质性突破，则是在第二次世界大战的后期。其所以如此，一方面是在此期间空战中明显地感到提高作战飞机速度的重要性，而涡轮喷气发动机这种新式动力，却具有提高飞机速度的能力。另一方面，当时机械工业水平逐步提高，能生产高效率的压气机和涡轮叶片；冶金工业开始提供能承受较高温度的耐热合金材料，使涡轮喷气发动机的出现成为可能。

为什么涡轮喷气发动机能推动飞机高速（跨音速或超过音速两、三倍）飞行呢？

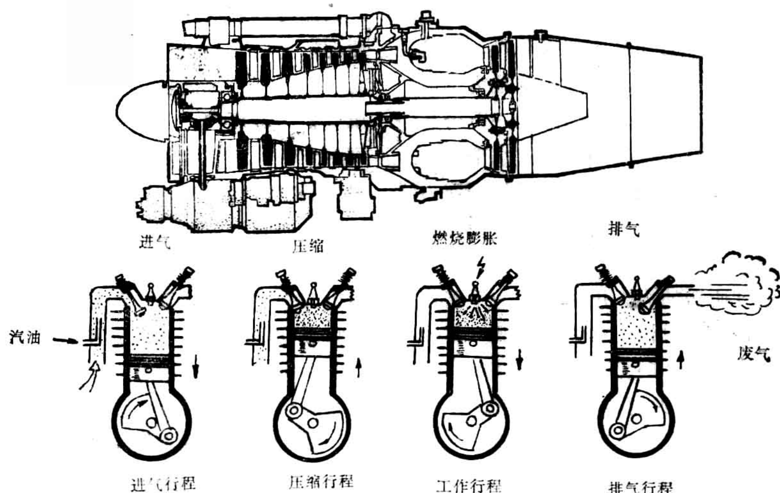
首先，从工作原理来看，虽然活塞式与涡轮喷气式发动机的工作均由进气、压缩、燃烧、膨胀作功和排气等几个过程所组成（图二），但两者之间却有根本的差别。在活塞式发动机中，对于每个气缸，曲轴每转两圈，油气混合气才燃烧一次；而在涡轮喷气发动机中，油气混合气却在燃烧室中连续不断燃烧着，因此不断地产生作功的高温燃

气。另外，在活塞式发动机中，由于受到庞大体积与机械强度的限制，气缸数目不能太多，缸径不能太大，因此进入发动机燃烧作功的空气数量有限。大型的活塞式航空发动机，每秒钟进气量也只有两、三公斤。而在涡轮喷气发动机中，进气量却很大。一般中型发动机每秒钟为几十公斤空气，大型发动机则可高达每秒二百公斤以上。由此可以明显地看出，涡轮喷气发动机工作时，吸进大量的空气，因此燃烧后就有大量的高温燃气能作很大的功（这是活塞式发动机无法相比的），发出巨大的推力，使飞机能克服跨音速飞行时产生的巨大激波阻力，即克服"音障"，而继续高速飞行。

其次，如本刊第六期本文所述，活塞式航空发动机用螺旋桨作推进器，即用螺旋桨旋转时产生向前的拉力去克服飞机阻力，使飞机前进。当飞机的飞行速度增大后，螺旋桨的效率要大大降低。这就是说，发动机发出的功率损耗很大，用于推进飞机前进的功率所占比例甚小。可是，在涡轮喷气发动机中，发动机是推进器，它直接产生推进飞机前进的推力，没有活塞式发动机螺旋桨组合的损失。而且，在一定的飞行速度范围内，飞机飞行速度增大时，推力不仅不下降，反而有所增加。

再次，涡轮喷气发动机的外廓尺寸小，重量轻，有利于改善飞机的气动外形，也是它适宜于作高速飞机动力的原因之一。

由于上述理由，当涡轮喷气发动机一旦由理论探讨阶段达到能实现的阶段后，即被各国进行研制。例如，法西斯德国在第二次世界大战中，为了达到它扩大侵略战争的野心，妄图攫取制空权，在一九三九年八月实现以涡轮喷气发动机作动力的飞行试验。这架飞机上装了



图二　涡轮喷气发动机与活塞式发动机工作原理的比较

推力为五百公斤（四点九千牛顿）的"Hes 3 b"发动机，飞行速度为每小时六百四十公里。随后，英国在一九四一年五月十五日进行了第一次喷气式飞机的飞行试验，发动机推力为四百五十四公斤（四点四五千牛顿），飞机的飞行速度为每小时五百九十五公里。美国于一九四二年十月进行喷气式飞机的首次飞行，该飞机装有两台推力各为五百八十九公斤（五点七八千牛顿）的GEIA喷气发动机。

在第二次世界大战结束前，虽然各国都研制了一些喷气式飞机，但并未大量投入使用，仅在四十年代后期，涡轮喷气发动机才在飞机上逐渐推广。

五十年代——涡轮喷气发动机的全盛时期

飞机的第二代动力——涡轮喷气发动机的剖视图示于图三。它由进气道、压气机、燃烧室、涡轮和尾喷管等五个主要部件组成。空气被吸入进气道、经压气机压缩后，流入燃烧室与喷入之燃料混合，经燃烧后获得热能形成燃气。燃气首先在涡轮中膨胀，产生带动压气机和发动机附件必需的功率，然后，它还在尾喷管中继续膨胀，并以很大速度喷出尾喷管，燃气产生的反作用力即为发动机的推力。

这种新式的飞机动力，在经历了实验研究和理论探讨的漫长岁月之后，终于在第二次世界大战的中、后期被研制了出来，并开始作为飞机的动力。由于这种发动机具有能适应高速飞行的突出优点，所以在经历了几年的迅速发展之后，于五十年代达到全盛时期，这主要表现在下列几个方面。

使用范围由军用扩大到民用

涡轮喷气发动机正式投入使用后，很快就在战斗机领域中取代了活塞式航空发动机，随后又扩大到轰炸机的领域。在军用飞机使用的基础上，一些大型民用客机也开始采用它作为动力。为了适应各种军、民用飞机的要求，在五十年代中，研制了各种涡轮喷气发动机，在这些发动机中，有的到目前仍然在使用中。

性能参数不断改善　在此期间，涡轮喷气发动机的主要性能指标与气动参数不断改善，达到了较先进的水平。

1. 发动机的推力：增大发动机的推力就意味着能提高飞机的飞行

速度或重量。四十年代涡轮喷气发动机的推力还只有几百公斤，可是到了五十年代，发动机的推力一般已达几千公斤，大的达到一万公斤（九十八点一千牛顿）的水平了。目前，有的采用牛顿或千牛顿作为推力的单位。所谓牛顿就是使质量为一公斤的物体产生1米/秒^{2}的加速度所需的力。用牛顿的一千倍作为推力的单位，称为千牛顿。其换算关系为1〔公斤力〕=0.00981〔千牛顿〕。由此可以看出一万公斤推力就等于九十八点一千牛顿。

2. 推重比：即发动机的推力与重量之比。该性能指标对飞机性能影响很大。因此，在涡轮喷气发动机的发展过程中，提高推重比受到很大的重视，尤其对超音速飞机的动力来说更是如此。五十年代发动机的推重比已比四十年代提高了一大步，达到四到六的水平。

3. 耗油率：降低发动机的耗油率不仅是一个经济问题，而且还能增大飞机的航程或载重量。这不仅对战斗机与远程战略轰炸机有很大的意义；对运输机和旅客机也很有好处。因此，人们不断地力求降低耗油率。涡轮喷气发动机的耗油率已从四十年代的1.1～1.5公斤燃油/公斤推力·小时，降低到五十年代的0.8～1.0公斤燃油/公斤推力·小时。

4. 增压比（压气机出口压力与进口压力之比）：在不断提高涡轮进口温度的同时，提高压气机的增压比，能收到增大发动机的单位推力和降低耗油率的良好效果。所以压气机的增压比在四十年代为五，到五十年代一般为七到十，高的达到十到十三的水平。

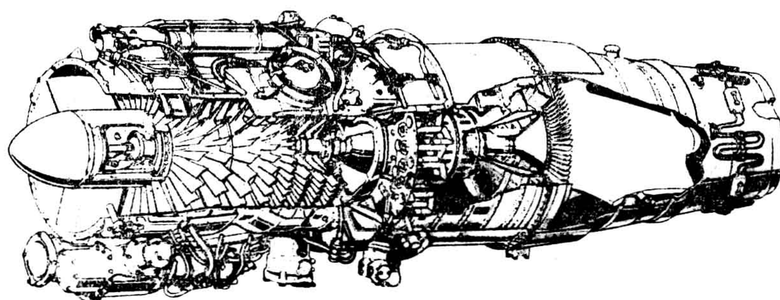
5. 涡轮进口温度：不断增高涡轮进口温度，就可以不断地增大发动机的推力。据估算，如果将涡轮进口温度提高摄氏五十五度，在保持发动机尺寸不变的情况下，就可增大发动机推力百分之十左右。所以，涡轮进口温度在四十年代还只是摄氏七百五十度到八百五十度。可是，到五十年代则已提高到摄氏九百五十度的水平。

结构设计不断改进 为提高发动机的性能，除选用较先进的气动参数外，同时在涡轮喷气发动机的结构设计上还不断地作了改进和采用了新技术，其中比较主要的有：

1. 在战斗机上采用加力燃烧室：在涡轮喷气发动机的涡轮与尾喷管之间增加了一个加力燃烧室部件（见图四），其作用是作为喷气式飞机起飞、爬升或战斗时的短时增加推力之用。在涡轮中膨胀过的燃气流入加力燃烧室中，进行喷油复燃。此时，由于燃气温度增加，喷出尾喷管的气流速度也相应增大，从而增大了发动机的推力。这种结构措施到五十年代时，已为许多涡轮喷气发动机广泛采用。发动机在起飞状态下加力时，推力可增加百分之四十五；而在高空高速飞行情况下加力时，推力可增加一、二倍，甚至更多。但是，发动机在加力时耗油率会成倍增加，经济性大大恶化。因此，在五十年代中，加力燃烧室虽然几乎在所有战斗机上采用，但是在其它飞机上，却采用很少。

2. 在发动机上采用喷水加力：飞机在炎热地带或高原地区起飞时，由于进入发动机的大气温度高或大气压力低，空气密度下降，进气量减少，使推力下降，影响飞机起飞。因此，在五十年代研制的某些涡轮喷气发动机中，还采用了向压气机进口或燃烧室中喷水以增大推力的结构设计。采用这一方法可使发动机起飞推力增大百分之十到百分之三十。在压气机入口喷水增大推力，这是由于水的蒸发吸收了空气的一部分热量，使气流温度降低，增大了空气密度即流量。同时，当压缩气体的功不变时，压气机的增压比增大而出口温度降低。增压比增大可以提高热的利用率；压气机出口温度降低，在涡轮进口最高温度的限制下可以相应地多喷油燃烧，使加热量增大。因此，在压气机入口喷水可以增大单位推力和气体流量，从而使发动机的推力增加。在燃烧室内喷水，同样由于水的蒸发吸热作用，可以提高单位推力和总的燃气量，从而增大发动机的推力。一般运输机、旅客机和轰炸机上采用这种措施。

3. 广泛采用轴流式压气机：在五十年代里，涡轮喷气发动机的压气机也有了很大的改进。早期的涡轮喷气发动机上采用离心式压气机，由于效率低、增压比受到限制。因此，在五十年代里研制的军用发动机上，已广泛采用轴流式压气机。轴流式压气机在给定的空气流量下，迎风面积和重量较小，它的增压比可以很大，而且在设计状

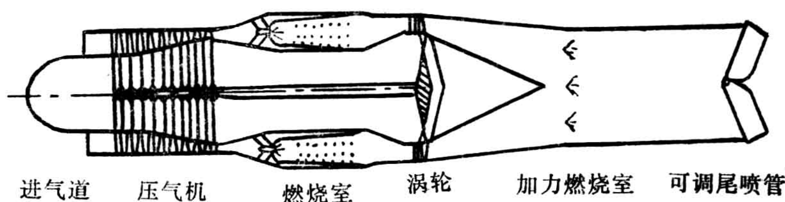


图三　涡轮喷气发动机的立体剖视图

态下的效率较高。为进一步改善轴流式压气机的特性、扩大稳定工作范围，在某些涡轮喷气发动机上装有压气机的放气机构、可转动的进口导流叶片以及可转动的压气机静子叶片。此外，有些涡轮喷气发动机的轴流式压气机还采用了双转子，其结构形式见本刊第三期封三。由于这种压气机的高、低压转子分别在各自的转速下工作，所以效率较高，而且解决了高增压比下发动机工作不稳定的难题。此外，由于压气机工作特性平稳，因此，可在低压转子的前几级采用超音速级，这样有可能使压气机级数减少。

4. 燃烧室形式的变化：在五十年代涡轮喷气发动机的全盛时期内，它的燃烧室已由早期的分管燃烧室改为联管燃烧室、环形燃烧室或混合式燃烧室。这是因为分管燃烧室具有效率低、出口温度不易均匀、体积较大等缺点。

5. 涡轮结构与材料的改进：五十年代，制作涡轮工作叶片的高温材料有了较大的发展，同时开始制作空心冷却叶片。为了提高涡轮的效率，有的发动机涡轮上安装了带冠工作叶片；有的在涡轮机匣的内壁上采用蜂窝结构，以缩小涡轮机匣与工作叶片之间的间隙，减小漏气损失，等等。



图四　带加力燃烧室的涡轮喷气发动机

涡轮螺桨与涡轮轴发动机

上面，我们已简单回顾了活塞式发动机以及涡轮喷气发动机的演变过程，下面叙述与涡轮喷气发动机几乎是同时出现的涡轮螺桨发动机和涡轮轴发动机的演变。

本刊第三期封三上画出了这两种发动机的简图。从图中可以看出，这两种发动机都具有涡轮喷气发动机的主要部件，压气机、燃烧室和涡轮。所不同的是，在涡轮螺桨发动机中，涡轮除了带动压气机和附件外，还通过减速器驱动螺旋桨，产生使飞机前进的拉力，燃气流中剩余下来的小部分可用能量从尾喷管喷出而产生辅助推力；在涡轮轴发动机中，高温燃气的全部热能，都在涡轮里膨胀作功，根本不产生推力。涡轮的机械功除了带动压气机和附件外，还通过减速器输出功率转动直升机旋翼。此外，涡轮轴发动机还可以作为舰船、火车和发电站的动力。

涡轮螺桨发动机就其性能来说，是介乎涡轮喷气发动机和螺旋桨活塞式发动机组之间的一种飞机动力，兼有涡轮喷气发动机在较高速度时的优点和螺旋桨活塞式发动机组在低速时的优点。这也就是说，它既具有涡轮喷气发动机在外廓尺寸和重量较小条件下发出较大功率的优点；又具有螺旋桨活塞式发动机组在中速、低速时，特别是在飞机起飞时，推进功率大、起飞性能较好（即起飞滑跑距离短、爬升速度高）和省油的优点。所以这种发动机最宜用作中空、中速（高度可达一万米，速度可达每小时六、七百公里左右）飞机的动力。一些国家发展了功率四千～六千当量马力的涡轮螺桨发动机，用作中型运输机和反潜机的动力；也发展了一些功率五百到一千六百当量马力的涡轮螺桨发动机，用作双发轻型运输机和低速对地攻击机的动力；还出现了功率为一万五千当量马力的涡轮螺桨发动机，用作大型亚音速运输机的动力。由于这种发动机仍需用螺旋桨作推进器，因此飞行速度不能高。另外，它的减速器复杂，特别是传递大功率时，难于制造。因此，到了六十年代，就为涡轮风扇发动机所取代，很少有新的机种出现了。

涡轮轴发动机也是在五十年代发展起来的。为了满足直升机性能不断提高的要求，这种发动机一直在发展。使用中的涡轮轴发动机，功率最小的是一百轴马力，最大的是六千轴马力。耗油率为0.2～0.35公斤/马力·小时，比重为0.07～0.33公斤/马力，轻者低到0.05公斤/马力。在有的涡轮轴发动机上，为了降低耗油率、增大直升机的航程，采用了回热器装置。为了进一步提高直升机的飞行速度，有的已开始研究高速直升机用的涡轮轴/涡轮风扇复合动力装置。即用一台涡轮风扇发动机，一方面产生推力，另一方面通过低压自由涡轮输出轴功率去带动旋翼，这样就可以从一台发动机得到悬停和巡航功率。

音障　飞机飞行时，气流流过机翼，机翼的每一点都会给气流产生扰动，这些扰动以音速向四周传播。机翼表面上某些点的局部气流速度比飞机的飞行速度高。当飞机以 M=0.8 的速度飞行时，流过一般机翼的局部气流速度将达到音速，机翼的扰动波迭集在一起，在机翼前面形成一层很薄的密集空气层，称之为激波。波阻伴随激波而出现。即在机翼上压强分布在飞行反方向的合力急剧增大。飞行速度在音速附近时，波阻可能消耗全部动力的四分之三。如果飞机没有足够的推力，没有适当的气动外形，就会出现事故，称为音障。薄而后掠的机翼可以在更大的飞行 M 数下才会出现局部音速，还可以降低波阻。

航空工业中的无损探伤

韩云台　　湘　洲

现代的火箭、导弹和飞机中的很多零部件，都处在高温、高压或变动载荷下工作，"负担"很重，决不允许"带伤"上天。在飞行器的生产和使用过程中，必须对这些零件、部件进行严格检验。怎样检查它们有无"内伤"，表面有无缺陷呢？这就需要采用各种不同的无损探伤方法。

劳动人民在生产实践中早就创造了用敲击和听声音的办法来检查金属、陶瓷器件是否完整无损。风驰电掣般运行的火车，当停靠站以后，你往往会看到手持钢锤的检车工人不时在列车下面敲击，他们凭着发出铿铿的音响来检查机件有无损坏。这些就是最简单的无损探伤法。

对航空产品的基本要求是重量轻并且强度高，因此在设计中，在满足强度要求的前提下，一般安全系数都选得比较低。这就要求用无损探伤法把存在"内伤"的零件查出来，使机器中每个零件的内部组织结构"无懈可击"，以确保安全可靠。如果零件内部存在气孔、砂眼、裂纹等缺陷，让其在高温、高压、变动载荷下工作，无疑强度将有不同程度的削弱，不用多长时间势必会损坏。"千里之堤，溃于蚁穴"。若在飞行中发生事故，将会产生不堪设想的后果。

下面来谈谈航空工业中几种常用的无损探伤法。

磁力探伤法

磁力探伤也叫磁粉探伤，它具有灵敏度高、设备简单、操作方便、效率高和成本低等优点，在航空工业中应用极为广泛、历史也最悠久，飞行器的各种标准件、齿轮、传动轴、整流叶片等机械加工件以及焊接组合件，都是用碳钢、工具钢、铬锰硅及其它各种合金钢做的，这些材料都是铁磁性材料，可以用磁力探伤法来检验其表面和近表面的缺陷。

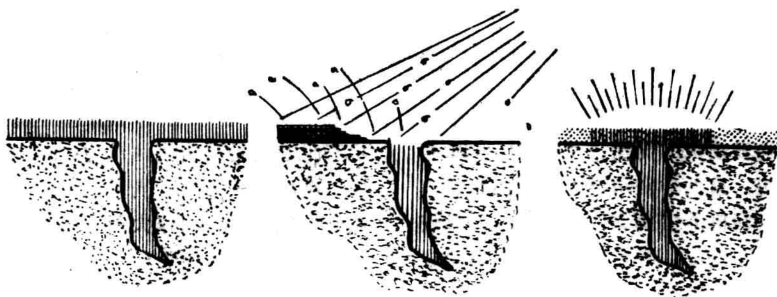
检验时，把工件放在磁场中磁化，在工件内部也就形成磁场，贯穿着磁力线。当工件中有缺陷存在时，磁力线在缺陷处"受阻"，将产生弯曲现象。在表面和近表面的缺陷，就使磁力线泄漏到缺陷附近的空气中（如图一中的缺陷2、3处）。这种"漏磁"现象就使缺陷处的工件表面形成一局部磁场。如果向工件浇以悬有磁粉的"磁悬液"，或撒以磁粉，磁粉被吸附聚集在局部磁场处，而将缺陷显现出来。从图一可以看到，在缺陷1处虽也有磁力线的弯曲，但没有"漏磁"产生，所以这种探伤法探不出埋藏在内部的缺陷。在检验时，当磁力线方向与裂纹或缺陷方向垂直时，最容易被发现。如果两者方向相一致，裂纹并未阻碍磁力线通过，磁力线不外泄，就不吸引磁粉。因此，在操作时，为了检查不同方向的缺陷，需要根据具体情况考虑工件的磁化方向，以产生各种不同方向的磁力线来作全面的检查。

荧光渗透探伤法

飞行器上常用的非磁性材料是很多的，如铝合金、镁合金、高温



图一　磁力探伤原理图



图二　荧光渗透探伤

耐热合金、不锈钢、塑料等等。对于这些非磁性材料，磁力探伤法就无能为力，而必须用其它探伤法。在航空工业中常用荧光渗透探伤法来检验非磁性材料的表面。

在检验时，把工件浸入装有"荧光渗透液"的槽液中，这种荧光渗透液具有两个特点，一是"见缝就钻"，渗透力极强；另一是在紫外线激发下能发出辉光。工件在荧光渗透液中浸十到二十分钟后取出，在工件的表面缺陷中已渗入荧光渗透液(如图二左所示)。再用清水将残留在工件表面的渗透液洗掉，必要时可涂或浸泡一层乳化剂进行乳化后再用水冲洗（如图二中所示)。然后将清洗干净的零件表面再涂一层由极微小颗粒组成的吸附剂，利用这些小颗粒组成的"毛细管作用"，就把保留在表面缺陷内的荧光渗透液吸了出来，并扩散在缺陷处的周围。最后，在暗室里用紫外线照射工件，在缺陷处就发出辉光来，据此即可判断缺陷（如图二右所示)。

着色渗透探伤法

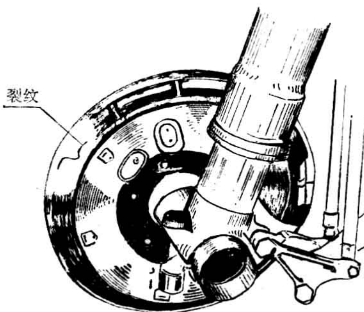
这种方法与上述的荧光渗透法相似，不过是用带有彩色的渗透液，使其渗入工件表面缺陷中，然后清洗工件表面，再涂上一层白色的吸附剂，将缺陷中的彩色渗透液吸出，在普通光线下用肉眼即可看到缺陷的"彩象"(图三)。这种方法从探伤的灵敏度来看，略低于采用高灵敏度配方荧光渗透法，但由于它不必象荧光法那样要在暗室内用紫外线照射，所以使用就方便多了。尤其是对一些特别大的工件进行局部检验，以及在外场检修时，着色法具有独特的优越性。

X射线照相探伤法

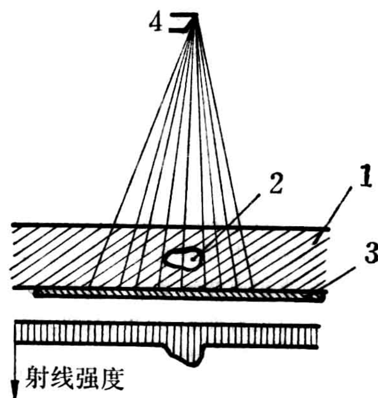
利用X射线照相进行探伤，不受材料性质的限制，各种材料均可透照，它还不接触工件表面。从X线照片上能形象地、直观地确定各种内部缺陷的性质、形状以及在平面上投影的位置，所以是航空工业中应用最广泛的内部缺陷可靠的探伤方法之一。这种方法的缺点是不易发现微细的表面裂纹，尤其是当射线方向与裂纹面垂直时，就检查不出。

在航空工业中，这种探伤法主要用来检验发动机架、起落架的焊接接头、发动机的燃烧室、各种油管等的焊缝处，导弹的整体铸造舱段，飞机上各种铸造支座，发动机的精密铸造叶片，各个机匣等内部缺陷。目前已试制成手提式X光射线机，用在外场检修飞机，对易受疲劳损伤的结构件进行检查十分方便。

X射线具有很强的穿透能力。X射线在穿过物质时由于被"吸收"和"散射"，而使强度降低。在同一厚度下，物质的密度越大，强度降低的也就越多，如图四所示，当X射线源4辐射出的X射线穿过被检工件1后，由于缺陷2（假定是一个气孔）的密度远小于工件本体的密度，因此，穿过缺陷后的X射线强度大于周围工件完好处的X射线强度。这样，在照片胶片上感光程度就有差异。经过显影和定影后，光强处比光弱处相对发黑，据此影象就可判断缺陷了。



图三　用着色渗透探伤法检查飞机起落架轮毂上的裂纹



图四　X射线照相超探伤法原理图
1-工件；　2-缺陷；
3-胶片；　4-X射线源。

γ射线照相探伤法

利用γ射线进行探伤的原理同X射线探伤法完全相同。γ射线探伤法还有下列一些特点。一、γ射线穿透力更大，能对很厚的工件进行探伤，可透过二百至三百毫米的钢件。二、探伤设备轻便多了，放射性同位素只有几毫米大，为了防护，将其装在一个铅防护套中即可。三、由于放射性同位素是向四面八方辐射γ射线，所以能在一次透照中同时检查许多工件。透照效率很高。图五所示的是用γ射线对筒状工件进行探伤。一次透照，可完成一圈焊缝的检验。四、放射源本身就是能源，因此在外场工作，更显方便。五、可较长时间连续工作，而X射线管长时间连续工作，寿命会很快降低。可以用这种方法对装在飞机上的发动机，或拆下来但不分解的整台发动机进行透照，以便发现燃烧室、叶片等关键部位的故障。检查时，只要把放射源放置在发动机的一侧，或深入发动机的中心即可。这种方法已越来越受到重视，但也有它不足之处，检验薄工件的灵敏度较低，曝光时间也较长，同时防护起来比X射线还要麻烦些，所以还不能完全代替X射线。

超声波探伤法

大家知道，人耳能够听到声音的频率是十六到二万赫芝，高于二万赫芝的称为超声波。在探伤技术中常用的是零点八至五兆赫（一兆赫等于一百万赫芝）的超声波，即每秒振动八十万到五百万次的超声波。由于超声波频率高、波长短，因而具有束射性能，可以定向控制，用以检查零件的内部质量。检测深度最大可达十米。

超声波发生器的种类很多，在探伤技术中采用压电式换能器，把电振荡转换成超声波。检验时，把脉冲振荡器发生的电压加到压电晶片探头1（图六）上，将电振荡转变成超声波，在被检工件2内传播。当工件完好时，超声波碰到底面反射回来，又被探头接收，转变成电振荡，在示波器3上显示出来，靠左边的是发射出去的"起始波"、靠右边的是回收的"底波"。如果工件内部有缺陷，超声波也被反射回来，于是，在示波器的屏幕上，在起始波和底波之间将多出现一个表示缺陷存在的"缺陷波"。根据缺陷波的位置，可判断缺陷所在的深度。如图所示，缺陷波相对靠近底波，则缺陷必成比例地在靠近工件下表面的位置。另外，还可根据缺陷波波峰的高低来判断缺陷的大小、性质。如是同一性质的缺陷，缺陷愈大，反射波峰愈高；同样大小的缺陷，"气孔"比"夹杂"反射更强烈，则波峰就高。

超声波探伤具有穿透力特强，设备灵巧，可单面接近工件进行检验等特点，而且分布在工件各部位的缺陷原则上均可探测到，具有广泛的通用性。找到缺陷容易，但对缺陷的性质、大小的判断要靠波型推断，是间接的，这要求做大量的对比实验，并且要有丰富的操作经验才行。在航空工业中，超声波探伤法较广泛地应用于飞机整体壁板、大梁和重要接头等锻件，发动机涡轮盘、压气机、叶轮盘、大型轴类零件以及各种板材等的探伤。

一般超声波探伤时是将探头与工件直接接触进行。这就要求工件表面光滑，而且不易实现检验自动化。近年来出现了一种水浸超声波探伤（图七），就是把整个工件和探头都浸在水中，利用水作传递超声波的媒介，由于它可以使用高达二十五兆赫的频率，探伤灵敏度可提高。同时由于探头与被检物表面不直接接触，所以最适宜检查大型、形状不规则和表面粗糙的工件，检查自动化，自动报警等也容易实现了。

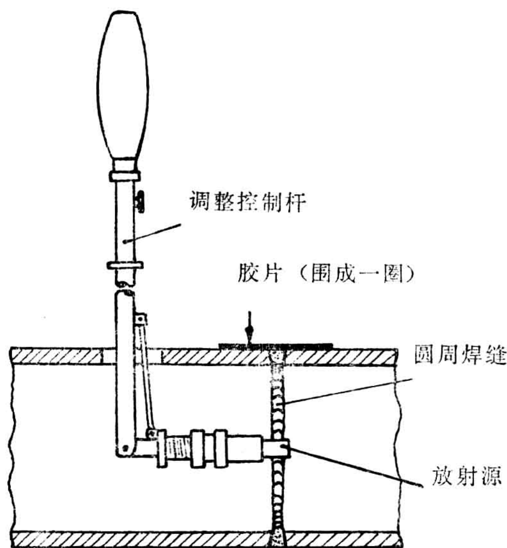


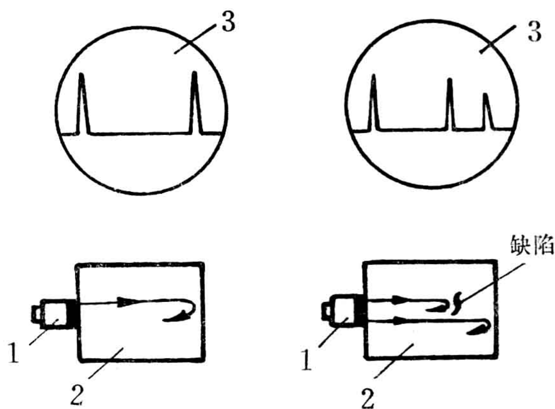
图七　水浸超声波探伤

随着航空、国防工业的日新月异的飞速发展，新技术、新工艺不断出现，也给无损探伤技术提出更多新的课题。目前它正朝着小型轻便化、自动化、高质量和高效率方向发展。近年来又出现了很多新的探伤方法和仪器，如高能中子射线法、超声全息和激光全息法、红外线法、液晶法等新技术，这些全新的领域尚有待我们去努力探索。

不久前，我国自行设计的高灵敏度、高重复频率、高稳定性、自动报警、自动记录的超声波探伤仪，二十五兆电子伏电子感应加速器的高能X射线探伤设备等新型无损探伤设备已经制造成功。可以预期，在党的独立自主、自力更生的方针指引下，通过广大工人和技术人员的努力，我国的无损探伤技术，必将迅速向前发展。

题图：王国伦　绘图：韦天长





上：图六　超声波探伤时声波的传播及波形图

左：图五　用γ射线对筒形零件进行照相探伤

生物与飞机

——漫谈仿生学与航空之三

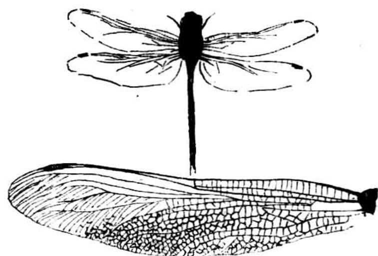
王　书　荣

在劳动人民的丰富实践基础上，人们模仿鸟类的滑翔，进而创造了飞机。为了更快地发展航空技术，仍需要从研究飞行生物和游泳生物的结构和功能中，汲取新的技术原理。重要的是，人是自然界的主体，不应盲目地模仿生物，只有创造性的劳动才能达到改造自然的目的。

鹰击长空，鸽翔千里，蜂回蝶舞，这些生气勃勃的自然现象，自古就激励着人们的飞天思想。

据传说，两千多年前，我国著名工匠鲁班就研究和制造过能飞的木鸟；一千九百多年前，我国就有人利用鸟羽绑在一起做成的两只翅膀，滑翔百步之远。四百多年前，达·芬奇在前人实践的基础上，根据对鸟类和蝙蝠的观察和研究，设计了扑翼机——翅膀扑动的飞行器。后来，由于生产的需要和科学技术的发展，人们才于一九〇三年发明了飞机，实现了人类几千年来梦想象鸟类那样飞上天空的宿愿。

人类在学会飞行后，于一九一二年超过鸟的飞行速度，一九一六年超过鸟的飞行高度，一九二四年超过了它们的飞行距离。由于许多人的努力，现代飞机比任何种鸟都飞得更高、更快、更远，实现了鸟类望尘莫及的超音速飞行。但是，为了更快地发展航空技术，仍需要研究鸟类和昆虫的飞行，以借鉴一些新的技术原理。因为远在三亿年前，昆虫就作为地球上第一批“飞行家”升入了空中；又过了上亿年，鸟类也“步其后尘”飞上了天空。这些飞行“先驱”们，在长期的进化过程中获得了很好的飞行本领。



图一　蜻蜓翅膀末端有翅痣，这是它抗颤振的装置。现代飞机机翼末端前缘也有类似的配重，用以消除颤振现象。

昆虫式飞机

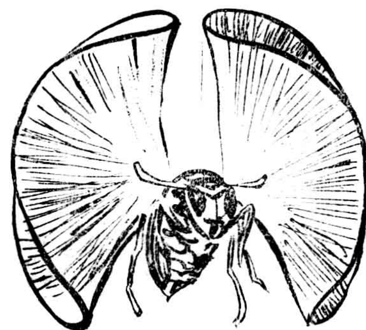
一九三〇年左右，有人研究了一种马蝇的飞行，发表了一条令人吃惊的新闻：一只小小的马蝇竟能一小时飞行一千三百公里！那时开始晓得有音障，一般认为最好的飞机时速也不会超过八百公里。于是，许多人都在争论马蝇怎样达到超音速飞行和人如何模仿它，小小飞虫名声显赫一时。事隔不久，西洋镜被戳穿，竟是“权威”计算错了。马蝇的实际飞行时速远低于一百六十公里。

后来的事实说明，正确地研究和创造性地模仿生物，会促使航空技术的更快发展。

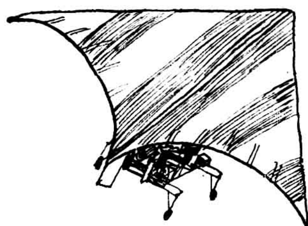
例如，在空气动力学中有一种叫颤振的现象，它是机翼在飞行中的有害振动。飞机飞得太快时，往往造成翼折人亡的事故。但生物在千百万年的进化过程中，早就发展了一种对抗颤振的措施。捉来一只蜻蜓，我们便能在它翅膀末端前缘发现有发暗的色素斑——翅痣(图一)，如果把它们切除，蜻蜓飞起来就会荡来荡去。翅痣就是蜻蜓对抗颤振的装置。现代飞机机翼末端前缘也有类似的加厚区或配重，用以消除颤振现象。如果人们早向昆虫借鉴这种有效的抗颤振办法，就可以避免长期的寻找和人力的牺牲。

昆虫在飞行中，翅膀的运动很复杂，迎角（翅膀平面和空气流所成的角）在不断变化。如果把虫体固定，其翅末端描画出8字形曲线(图二)，飞行时则展开为正弦曲线。翅膀角度的变化，由昆虫的神经系统进行反馈控制，以便使飞行速度和空气压最佳地协调起来。这个自动机构比飞机的自动驾驶仪还好。

昆虫的飞行翅膀是很单薄的。例如，一般蜻蜓的翅膀五点一厘米长，面积四点六平方厘米，只有零点零零五克重！但它有足够的强度和刚度，每秒钟能扑动十六至四十次，使蜻蜓的飞行速度可达每秒十五米。真是超轻结构的奇迹！研究它的结构，对寻找轻结构新方法的工程师是有教益的。



图二　被绑住的大黄蜂正企图扑翅飞跑。它的翅梢描画8字形曲线。



图四　蝙蝠翼飞行器，可用作宇宙飞行员着陆装置。

自然界有三十五万种昆虫会飞。蜜蜂、黄蜂和蝇、蚊等还能作各种“机动飞行”：向上飞升，垂直下降，定悬空中，陡然飞向一侧，或回首飞行，非常灵活。这是任何飞机都做不到的。蝴蝶和蛾子在飞行时，还能在翅膀表面生成一种波，来增加推力和升力，或使身体绕轴翻转。无疑地，这种波将给航空带来益处。

根据对昆虫飞行动力学的研究，模仿昆虫的第一架扑翅机——塑料蜻蜓，装上三马力的发动机，已成功地飞上了天空。可以预料，这种扑翅机将可用于航空摄影，山区运输和高空气象研究等，也可用于体育目的。这种飞行器能以极小的速度飞行，能达到飞机达不到的状态，就完全排除了由于飞机降速引起的事故。

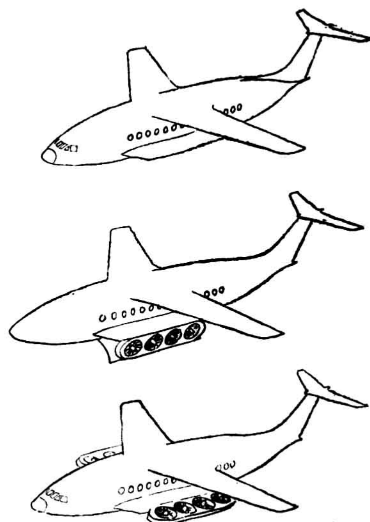
鸟翼式飞机

兀鹰翱翔高空，隼鸟急速俯冲，鸟类是比昆虫更完善的飞行者。

对于人类的早期飞行，重量是一个大障碍。鸟类在进化过程中很好地解决了这个问题。它们的骨头是中空的，呈圆锥形，使得重量小，而强度大。巨大的军舰鸟翼展达二米多，但骨头只有零点一公斤重。鸟类在长距离飞行中也很节约“燃料”。例如，一种叫金鸻的鸟，一口气在海洋上空飞行四千多公里，体重只减轻零点零六公斤。如果飞机能用这个效率飞行，那就会节省许多燃油。

由于其翅膀的特殊结构和功能，鸟类不仅善飞，而且还是真正的空中杂技“演员”。例如，蜂鸟能垂直起落，在吮吸花蜜时并不停落花株上，而是取直立姿势定悬空中，且进退自如。这是何等理想的飞行！这对研制垂直起落飞机的技术人员是一个好模型。

鸟类的翅膀有很好的增加升力的部分。图三表示飞升中的食雀鹰（鹞）的翅膀。我们可以看到翅膀前缘有一小翼，中间隔着缝隙，它起着飞机前缘缝翼的作用。在靠近身旁，翅膀前缘的羽毛，有部分上竖，增加气流的紊流度，延缓气流在前缘分离；有部分下垂，起着飞机前缘襟翼的作用。在翼端，羽毛张开，形成叶栅式缝翼。根据不同的飞行姿态，调节羽毛相对气流的位置，

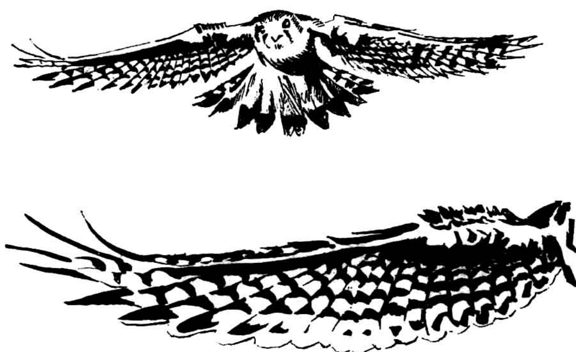


图九　升力发动机在机翼下的垂直起落飞机。

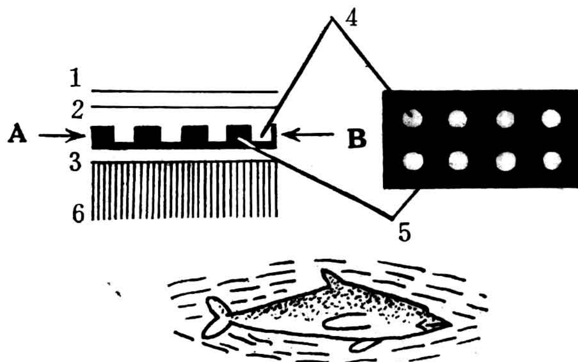
上：巡航飞行；
中：收放升力发动机的情景；
下：升力发动机伸展后，用以垂直起落。

以提高升阻比。这样，就使鸟在飞行中升力大，阻力小。经常在海洋上空飞行的多种海鸟，翼尖后掠低垂或弯曲。人们已模仿海鸟的翼尖形状，制造了一种具有“圆锥弯曲”翼的飞机，飞行稳定性很大。

由于鸟类飞行经济、安全和灵活，所以人们一直在努力研制象鸟那样扑翅飞行的飞行器——扑翼机。这就要求会制造能弯曲的机翼，并拥有控制它们作复杂扑动的能力。当然，不一定要完全象鸟那

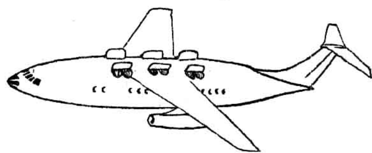


图三　飞升中的食雀鹰。从翅膀的细部可以看到它有增加升力的部分（详见正文）。



图五　海豚和人造海豚皮

1-上层；2-中层；3-下层；4-橡皮乳头；5-硅树脂液；6-模型体。右为A-B层的截面。



图八　升力发动机在机身内的垂直起落飞机，在起落时把上部进气口打开，巡航飞行时将其关闭。

样，只要扑翼各个部分或某些装置的周期性运动能完成飞行就行了。

蝙蝠不属于鸟类，但在它的前肢长趾间有皮膜，形成两只翅膀，也能作长距离飞行。在《天然导航仪》(见本刊五月号）一文里谈过，它的飞行也是十分灵活的。现已模仿蝙蝠翅膀设计了一种蝙蝠翼飞行器，用来帮助宇宙飞行员着陆。它和降落伞一样能折迭起来收藏备用，但比降落伞用起来灵活得多，可以选择着陆地点(图四)。

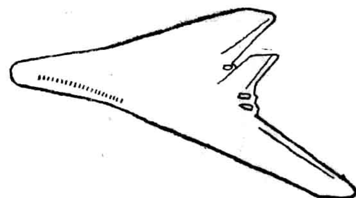
海豚式飞机

海洋生物也能为航空技术的发展做出贡献。海豚就是其中的一种。这种动物游得非常快，甚至能把潜艇抛在后面。考虑到水的密度比空气大八百倍，海豚发挥如此可观的速度确实难能可贵。原来，它不仅有理想的流线型体形，而且它的皮肤有特殊的构造。海豚的皮肤分三层：外表皮层薄而富有弹性，下面是乳头层或刺状层，乳头下面有稠密的胶原纤维和弹性纤维联系，其间充满液态脂肪。这种脂肪在水压力下产生的流动，能阻止在体表附近产生涡流，从而大大降低了海豚的运动阻力。

人工模仿的海豚皮由三层橡皮组成，总厚度二点五毫米。上层平滑，模仿海豚的表皮层。中层有橡胶乳头，其间充满硅树脂液体。下层起支持板的作用(图五)。把这种人造海豚皮包敷在鱼雷和小型船只的外壳上，在发动机功率不变的情况下，能显著提高航速。可以预料，类似的人造海豚皮将来不仅可用于大的船舰上，也可能用在飞机上。

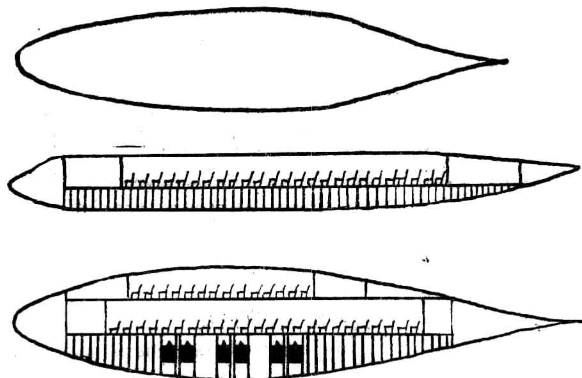
海洋中有不少“游泳能手”。这些动物的身体粗细与体长相比，是最好的流线型比例，因此它们游泳时受的阻力最小。所以，未来的飞机不仅要能垂直起落，还要有类似海洋快速动物体形那样的机身。如果把象波音—707那样的现代喷气客机的机身，改成流线型纺锤体，使其机身长度不变，粗度增加一倍，约和鲔鱼的长粗比例差不多，机身内空间就会大得多，在底舱还可装置垂直起落发动机(图六)。

图七示未来的垂直起落飞机与现代飞机的比较。垂直起落飞机机翼缩短了，加粗了机身，变成象海豚的形状。由于它的直径大，底舱可以安装升力发动机；垂直起飞时，打开机身上部的进气口，空气通过导管送进发动机。图八示这种飞机垂直起落时的情况。巡航飞行时，上部进气口关闭。还有另一种设计：垂直起落时，使升力发动机伸展在机身两侧，而在巡航飞行时则把它们收起来(图九)。

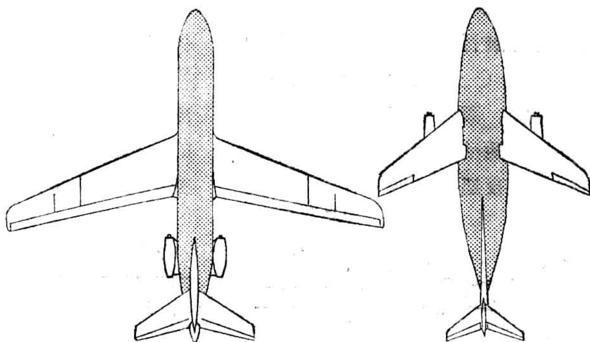


图十　飞翼式飞机

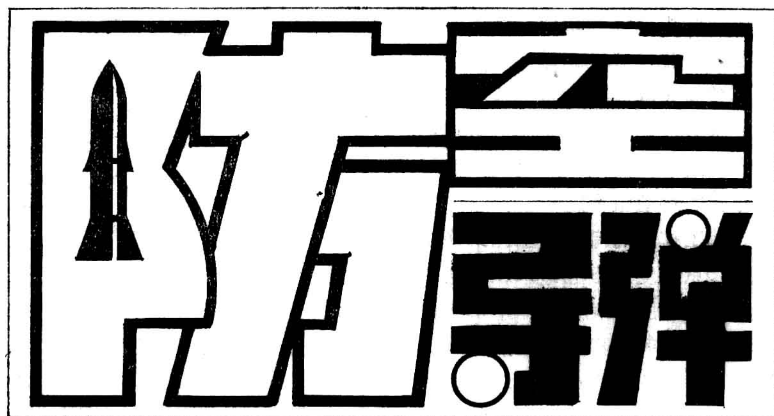
在研制快速的和垂直起落的飞机的同时，人们还希望发展一种“机体与发动机一体”的飞机。到目前为止，飞机和船舶都可以明显地分成两部分：产生推力的装置（喷气涡轮机和螺旋桨）和利用推力的部分（机体和船体）。但在动物界，就不可能把这两部分分清。例如，蛇和鳝鱼在运动时，整个身体都参加了推力的产生和利用。鱼借助尾和鳍的摆动游泳时，身体很大一部分参与了推力的产生。因此，我们一旦弄明白了这些动物运动的机理，就可能研制一种机体和发动机两者一体的新型飞机(图十)。



图六　鲔鱼的外形(上)，波音707飞机(中)及设想中的改成鲔鱼外形后的机身和内部布置(下)。上中两层为旅客舱；底层前后为行李舱，中部为升力发动机舱。



图七　左为现代旅客机的外形；右为设想中的海豚形垂直起落飞机的外形。



防空导弹

娄 良

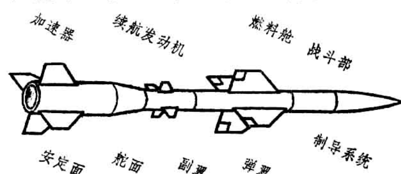
防空导弹是一种从地面（或舰上）发射攻击空中目标的防御武器。它与高炮、歼击机密切配合，构成有效的防空体系，用来保卫政治中心、工业和军事基地、交通枢纽等设施。

防空导弹是地对空导弹的一种。根据空中目标的不同，地对空导弹大致可分为两大类：一类主要截击轰炸机，称为“反飞机防空导弹”，简称防空导弹；另一类专门对付弹道式导弹，简称“反导弹”。

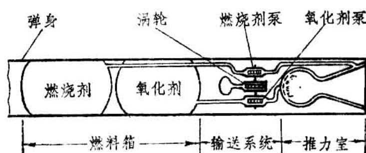
有人可能会问：歼击机和高射炮不是很好的防空武器吗？为什么又要发展防空导弹呢？毛主席说：**“一切事物中包含的矛盾方面的相互依赖和相互斗争，决定一切事物的生命，推动一切事物的发展。”**我们知道，随着航空技术的发展，五十年代后飞机的性能有了很大的提高，轰炸机以高空高速突破的方式入侵对方进行轰炸。由于高射炮的射程有限（一般在十四公里以下）、准确度低，轰炸机容易避开它；歼击机虽然活动范围大，但如果不是在空中昼夜巡逻，而是临时起飞迎击，则因它的爬高和加速都需要一定的时间，有时往往来不及截击而延误战机，另外，歼击机可能寻找并进入有利攻击位置的机会也并非随遇可得，因此就影响了截击目标的把握。防空导弹发射起飞快，速度大，射程远，命中率高，是一种较有成效的防空武器，得到了迅速的发展。

但是，我们**“看问题要从各方面去看，不能只从单方面看”**，防空导弹虽具有自己独特的优点，但却不能完全代替高炮和歼击机。因为高炮炮弹成本低，在大批敌机入侵时，采用密集射击的方法，仍能发挥它应有的作用。对于某些超低空的飞行目标，使用雷达跟踪的高效能高射炮，具有一定的效果，越南的战例就是证明。歼击机的活动半径比防空导弹大得多，能在防空导弹目前有效射程之外的广大空域中担任截击任务，又可多次使用，它既能担任防空任务，又能执行巡逻、支援及护航等多种职能。

由此可知，只有高炮、歼击机、防空导弹三者密切配合，互相补充，才能构成一个目前卓有成效的防空体系。



图一 防空导弹的基本组成



图二 液体火箭发动机

防空导弹的基本组成

防空导弹大体都有以下基本组成部分，如图一所示。

1. 战斗部。它是摧毁目标的直接执行者。防空导弹上目前使用最多的是炸药能杀伤战斗部（以战斗部爆炸碎片击毁目标），有的也备有小型核能战斗部。战斗部可放在导弹头部，也可放在其他部位。

2. 动力装置。动力装置为导弹提供飞行所需的推力。防空导弹绝大多数都采用火箭发动机（这种发动机自带氧化剂，功率大，不需要吸取外界空气来助燃，故适合于高空或宇宙飞行）。

火箭发动机有液体和固体两种。前者由推力室、燃料箱及燃料输送系统三部分组成，如图二所示；后者燃料（火药）直接装在燃烧室中，无需输送系统（如图三所示），故结构简单、使用方便，但一般工作时间较短、推力不易调节。

防空导弹常用两级动力装置。第一级称为加速器（或助推器），用于发射加速，当导弹获得一定速度后，该发动机就自动抛落，以减轻导弹重量；第二级称为续航发动机，用于维持导弹继续飞行，完成全航程的飞行任务。续航发动机有的用液体发动机，有的用固体发动机；加速器（或助推器）都用固体发动机，其安置方式有两种型式：一种为串联安装法（如图一所示）它把加速器套接在弹身最后部，这样阻力小、分离安全方便（不易与弹

身发生碰撞)；一种为并联安置法(如图四所示)，它把加速器(或助推器)分成两个或四个，对称地安置在弹身周侧，这样全弹长度短，结构紧凑，但阻力大，分离比较复杂。

3. 制导系统。它由许多仪器和设备组成。其任务是保证导弹稳定飞行(不乱翻滚及摆动)并准确地导向目标。其制导方法和工作原理见后面介绍。

4. 弹体。包括弹身、弹翼及操纵稳定面三部分。

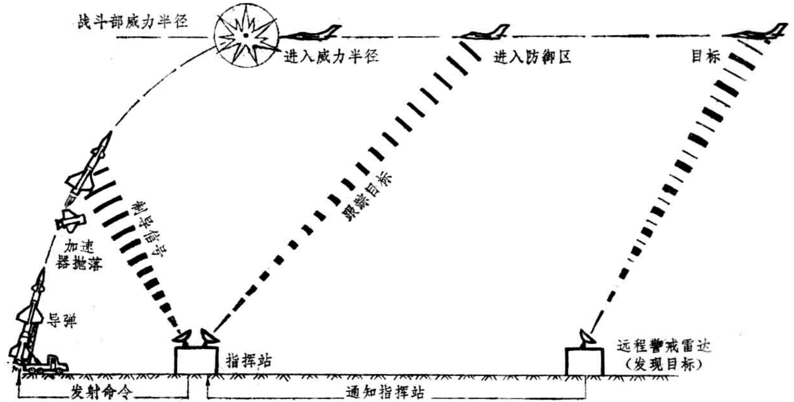
(1) 弹身：用来安放战斗部、动力装置、仪器设备；连接弹翼和操纵稳定面，把它们连成一个利于飞行的整体。弹身绝大部分为圆筒形，头部较为尖削，以减小飞行阻力。

(2) 弹翼：用来产生升力。为了使导弹能在各个方向产生升力，作机动转弯迅速追击目标，故防空导弹一般均安置四片弹翼及操纵稳定面(如图一所示)。

(3) 操纵稳定面：包括舵面、副翼及安定面。舵面用来操纵改变导弹的飞行方向。副翼用来克服导弹飞行中可能产生的有害滚动。安定面是固定不动的，用来保证导弹起飞阶段的飞行稳定性。

舵面可放在弹翼之后，称为正常式如图一所示；亦可放在弹翼之前，称为鸭式；也可直接放在弹翼后缘处，称无尾式。

防空导弹的一般战斗过程如图五所示。日夜守卫边疆而不断扫描的远程警戒雷达一旦发现空中入侵目标，立即通知各有关阵地发射站进入战斗状态，并作好发射前的一切准备工作。一当目标进入导弹有效射程之内时，立即发射导弹，此时固体加速器立刻点燃，产生推力使导弹飞离发射架并很快加速爬高。一般只经几秒钟，加速器即工作完毕而自动脱落，与此同时续航



图五　防空导弹战斗过程示意图

发动机点燃，使导弹继续加速爬升，并在制导系统控制下飞向目标。当导弹进入目标附近一定范围内时，解除战斗部的引信的保险使其开始工作，一当目标进入战斗部爆炸威力半径之内时，引信立即点火引爆战斗部，从而摧毁目标。

防空导弹的制导方式

导弹的命中率之所以比炮弹高，是因为它装备了制导系统。根据制导方式的不同而采用不同的制导系统。目前防空导弹常用的制导方式有两种类型：遥控和自动寻。

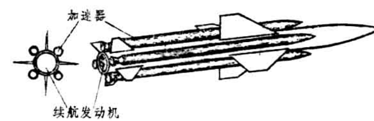
1. 遥控制导。这种制导法是借助地面指挥站不断向导弹发出指挥命令，指挥导弹准确地飞向目标。此法的特点是，导弹的飞行航迹完全由地面站控制，导弹与地面站自始至终保持着密切的联系，它一般利用无线电设备来实现，有的用无线电波束法；有的用无线电指令法。

(1) 遥控波束制导：如图六所示。由地面指挥站雷达发出一束自身不断滚动(沿滚动轴)而又随时跟踪目标移动的无线电波束，弹上测量设备能时刻感受自己偏离波束滚动轴的偏差量，以电信号的形式输出去操纵舵面转动，纠正自己的位置偏差，保证自身始终沿波束滚动轴飞行。因此，只要地面站照射雷达波束的滚动轴始终咬住(跟踪)目标或准确地指向某一前置命中点，导弹最后就可能击中目标。

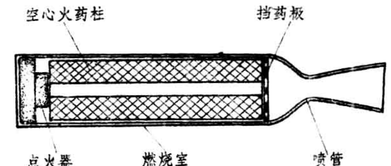
波束制导设备简单，但易被对方发现和干扰，甚至沿该波束施放导弹还击，对自身阵地不安全；另外当导弹作剧烈机动飞行时，易脱离波束而失控，故目前已少采用。

(2) 遥控指令制导：如图七所示。由指挥站两部测位雷达分别跟踪测得目标和导弹的位置数据并同时送入计算装置，计算装置随时算出指挥导弹飞行的指令信号，送给发射机不断向导弹发射，弹上接收设备接收这种地面形成的指令信号，通过译码、放大后操纵舵面转动从而使导弹飞向目标。

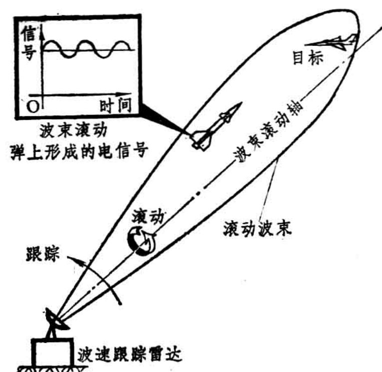
指令制导设备较复杂，但保密性、抗干扰性较好，目前被广泛采用。



图四　加速器的并联式安置



图三　固体火箭发动机 ⇨



图六 波束制导系统

2. 自动寻制导

这种制导法是利用目标辐射（或反射）出来的某些物理特征（如无线电波、红外线、光波等等），被弹上设备感受并自动控制导弹奔向目标。此法特点是，它的控制信号是弹上设备感受目标特征之后自己比较形成的。自动寻制导又有三种型式：

(1) 被动式自动寻制导：如图八所示。它是直接利用目标自己发出的某些辐射能，如目标雷达工作时发出的电磁波、发动机工作中不可避免辐射出来的红外线等，被导弹感受而寻向目标。目前常用的是红外线被动寻。

(2) 主动式自动寻制导：如图九所示。弹上设备接收弹上雷达发出的并直接从目标反射回来的无线电反射波而测得目标的方向位置，自动寻向目标。

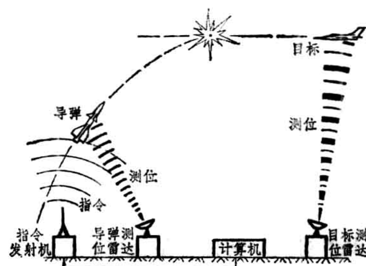
(3) 半主动式自动寻制导：如图十所示。由地面雷达向目标发射电磁波（直接波），弹上设备接收目标反射波而测得目标的方向位置，自动寻向目标。

以上三种自动寻制导各具优缺点。红外线被动寻弹上设备简单，但作用距离小（最大十几公里）、易受气候影响和太阳的干扰（因太阳也是红外源）。主动式和半主动式作用距离较大（可达几十公里），不易受气候和太阳的影响，但弹上设备较笨重复杂，易受对方无线电干扰。

从遥控和自动寻比较看，后者作用只有十几至几十公里，而前者可达几百公里，但遥控距离越远准确度越低，故远距离制导时，容易因导引误差增大使命中率降低。自动寻则相反，距目标越近准确度越高（因越近目标辐射能越强）。故远程地对空导弹常常采用遥控＋自动寻的混合制导，也就是初制导用遥控，末制导用自动寻，它们互相配合可以提高导弹的命中率，但导弹的设备、重量和成本都要相应地提高。

防空导弹的发展

由于第二次世界大战后核武器和战略轰炸机的出现和发展，防空的迫切性日益突出，促使了防空导弹的迅速发展，尤其是苏美两霸为了称霸世界，疯狂地进行军备竞赛，竭力发展导弹和核武器。防空导弹从四十年代末期出现至今不过短短二十多年的历史，世界各国已研制成功五十多种型号。

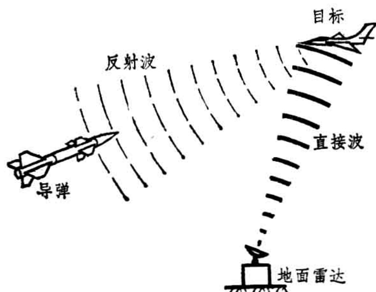


图七 指令制导系统

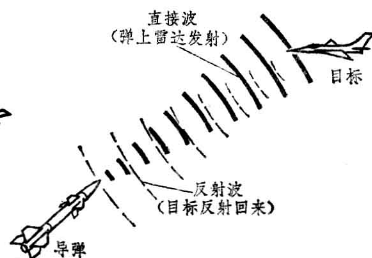
防空导弹的发展过程，大致可分为三个时期：第一时期防空导弹以对付高空轰炸机为主。如“波马克”、“奈克Ⅰ”、“萨姆Ⅱ”，“警犬”等。它们的最大飞行速度为每秒六百至一千米，射高十至二十多公里，射程三十至三百二十多公里。这一时期的防空导弹比较复杂笨重。

由于远程警戒雷达存在盲区，不能发现低空目标；同时第一时期的防空导弹主要用于对付高、中空目标，不能对付高度在三百米以下的超音速飞机；另外，高炮虽有一定命中率，但射程有限，所保卫的区域不大，这就给低空入侵有隙可乘。因此近十年来，国外发展的对地攻击飞机（包括轰炸机和强击机），几乎都采用了低空入侵的方式。所以第二时期的防空导弹是以防御低空目标为主的，如“鹰”，“海猫”以及一些适合于野战使用，可由单人肩上发射的小尺寸防空导弹，如“红眼睛”、“吹管”等。

近年来，又出现了为满足七十年代防空需要的所谓多用途的第三







图八 红外线被动寻制导原理

图九 无线电主动寻制导原理 ⇨

⇦ 图十 无线电半主动寻制导原理

时期的防空导弹（能对付多种目标），如“SAM—D”。这种导弹采用多功能相控阵雷达，可同时跟踪八个目标，且可截击战术地对地导弹。这种导弹由于要求高，结构过于复杂和昂贵，目前还处于研究阶段。另外，随着激光技术的发展，激光制导的防空导弹已在一九七三年十月中东战争中出现。

由于战争的发展，对防空导弹的性能提出了进一步的改进要求，归结起来，有以下几方面的发展趋势：

1.提高抗干扰能力。由于现代战争普遍采用电子干扰技术，给遥控制导造成了困难。因此现在防空导弹的设计中都十分注意提高制导系统的抗干扰能力，如添置多个抗干扰回路，采用连续波雷达等。

2.改善低空作战性能。随着低空入侵技术的发展，欧洲各国由于他们所处的地理环境，对防低空目标的问题特别敏感。除改进已有防空导弹，使它具有低空作战能力外，已研制部分专用防低空导弹。如“长剑”，“罗兰特”，“菌迪果”。并力图把这种导弹向全天候作战方向发展。

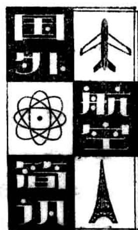
3.更多地采用固体火箭发动机。在第一时期的防空导弹中，有些原是采用液体火箭发动机，由于这种发动机使用和维护不便，不符合现代战争的需要，因此将有更多地采用固体火箭发动机的明显趋势。

4.提高地面发射的机动能力。第一时期的防空导弹大都具有庞大的地面发射设备，采用固定或半固定的发射阵地，不易转移，容易遭受对方的袭击，所以目前都注意发展地面设备简单，易于转移并能随军迅速行进的防空导弹。

5.具有多用途。正如飞机的多用途一样，也希望防空导弹能多用途，使它既能对付高、中空目标，又能对付低空目标，既能对付超音速飞机，又能对付速度极低的直升飞机，以便减少品种一弹多用。

6.提高制导精度。提高制导精度和使用的适应性是防空导弹发展的关键。激光制导设备简单、精度高，各国都很重视发展。但是目前由于作用距离问题还未根本解决，故尚未广泛采用。

题图：王小飞　插图：焦玉麟



『军事爱国主义』与苏修侵略野心

苏修叛徒集团近几年来加紧利用文艺作品煽动大俄罗斯沙文主义情绪，宣扬军国主义思想，使文艺紧密地为社会帝国主义的全面扩军备战、对外侵略扩张和争霸世界的政治路线服务。

一九六八年以来，苏修叛徒集团为鼓动和部署创作所谓『军事爱国主义』作品，召开了几十次全国性的会议，苏修头目们常常亲临『指导』，颁发奖金、奖章。这些会议打着『保卫祖国』的旗号，动员和组织作家、艺术家去创作所谓『军事爱国主义』的作品。经过紧锣密鼓的策划，一批又一批宣扬军国主义的小说、电影、戏剧、绘画就相继出笼。列宁早就指出，社会帝国主义者、社会沙文主义者**『主张「保卫祖国」并不是为了反对异族压迫，而是为了捍卫这些或那些「大」国掠夺殖民地和压迫异族人民的「权利」』**。苏修打着『保卫祖国』的幌子，正是为了掩盖其对外侵略扩张的本质。它炮制的所谓『军事爱国主义』作品，宣扬的正是列宁所痛斥的帝国主义的侵略战争。

在苏修大批所谓『军事爱国主义』作品中，露骨地鼓吹继承老沙皇大俄罗斯沙文主义的侵略『传统』，大肆宣扬『侵略有理』的强盗逻辑，扬言要争夺海洋霸权，挥舞导弹核武器，疯狂鼓吹核扩军。

苏修近年来拍摄的不少宣扬军国主义的影片中，有一些就是专门描写争夺核优势，炫耀导弹核武器的。例如大型彩色艺术影片《驯服火焰》，大肆宣扬国民经济军事化，炫耀苏修核导弹的『威力』，要求科学家为战争服务。这部影片的导演一再强调该片的许多镜头摄自真实的现场。苏修机关报《真理报》发表评论说，『《驯服火焰》就是我们的政治影片』，『是具有历史意义的，是符合「具有历史意义」这一词的最深刻的涵义的。』苏军报纸《红星报》吹捧这部影片是『敢想敢干的火焰』。苏修的另一部分影片《礼节性的访问》，通过描写军事演习和战争戒备，以特写镜头突出地显示一颗颗待命发射的导弹。影片中的一个角色讲的一句话，十分露骨地说明了作者的意图：当有人问他是否打算以海军现代生活为题材写一剧本时，他回答说：『现代导弹驱逐舰的声音，比任何戏剧都有大得多的说服力。』

苏修出版的一部长篇小说《火箭的雷声》，花费了大量笔墨渲染火箭部队司令做的一个梦：世界发生了核战争，他登上飞机，在高空指挥，用核弹头进攻敌方，获得胜利。这些描述露骨地反映了苏修社会帝国主义妄图通过核讹诈和核战争来称霸世界的迷梦。



抗荷服

王　璇

现代的空战，不仅要求各类战斗机的速度快，而且要求机动性能好。抗荷服就是应战斗机机动性能的提高而出现的一种飞行员防护装备。正确的了解和使用抗荷服，对更好地发挥战斗机的战术性能，争取空战的胜利有一定的意义。

空军战士在空战时或飞行训练时，要穿特殊的服装。读者来信询问飞行员穿的那条奇特的套裤是怎么一回事？这条裤子叫抗荷服，或叫抗荷裤（见题图）。要想知道它有什么用处？首先要了解飞行员为什么要穿抗荷裤？

飞行中的过荷

随着战斗机的速度和机动性能不断提高，越发的常常见到，在空战或急剧的机动飞行时，飞行员出现眼睛突然发黑，甚至短暂的意识丧失。这一情况受到了人们的重视，是什么原因引起这样的症状呢？原来，这是因为在飞行时产生了过荷。那么，什么是过荷呢？

大家都有体会，当汽车是匀速直线前进时，车的速度无论多大，车里的乘客不会感到不适。可是，当汽车突然起动，或高速下急刹车时，乘客就要发生后仰或前倾的动作。还有，当快速行驰的汽车急转弯时，乘客就要向转弯方向的外侧倾倒。地面上的车辆是这样，飞机在空中飞行时，这些现象就更为明显和严重了。可见，只要我们乘坐的运动器，在有了速度或方向或速度、方向两者同时发生变化时，换言之，就是当产生了加速度时，就会引起人们向某个方向的倾倒。因为，在有加速度的时候，人体还受到一个惯性力的作用。如图一所示，当飞机作曲线飞行时，有一个向心加速度 a，飞行员就受到一个惯性离心力 Fi。其值等于人体质量 m 和加速度 a 的乘积，其方向与向心加速度方向相反。我们知道，静止时人体的正常体重 W 就是人所受的地心引力。其值等于人的质量 m 和重力加速度 g（9.8米/秒^2）的乘积，其方向向下。现在如果还有惯性力或惯性离心力作用时，就会感到人的体重突然增加，或减少。所以，在变速运动中，由于这种惯性载荷的出现，才引进了一个新的概念“过荷”。

在加速度作用时物体的重量与原来静止时物体的重量之比所得的倍数，在航空医学上叫“过荷”或“过载”、“过负荷”。

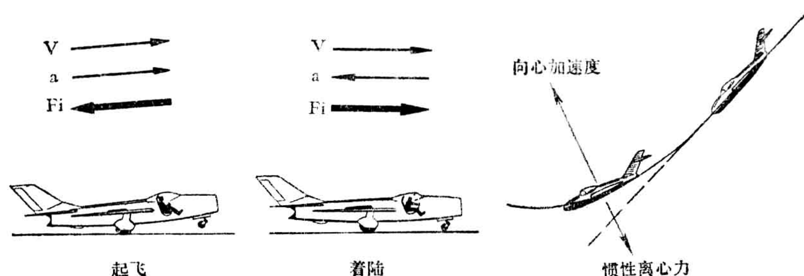
$$\text{过荷}=\frac{\text{加速度作用时物体产生的重量}}{\text{正常时物体的重量}}$$

过荷是无名数，它仅表示一个倍数，通常都用几个“g”或“G”来表示。其大小是取决于飞机的加速度值。其方向是和飞机的加速度方向相反。飞机在做机动飞行时，将使飞行员受到各种方向的过荷。如图一所示，当飞机起飞或增速时，飞机越飞越快，这时飞行员受的惯性力使身体紧压椅背，这种情况，过荷的方向是从胸到背。反之，飞机着陆或减速时，减加速度方向向后，飞行员受的惯性力使身体前倾，其过荷的方向是从背到胸。这两种方向的过荷在航空医学上通称为“横向过荷”。如果飞机作正斛斗、俯冲拉起、急转弯等机动飞行时，机翼上产生一个巨大向心力，使飞机得到一个向心加速度，此时飞行员所受的惯性离心力，或其过荷的方向都是从头到足，这种情况在航空医学上称之为“正过荷”。反之，飞机由平飞进入俯冲，其过荷的方向是从足到头，这在航空医学上称之为“负过荷”。

正过荷对人体的影响

飞行员在作机动飞行时将受到各种方向的过荷。但对战斗机来说，经常出现的和对人体影响也是最重要的还是方向从头到足的正过荷。其值最大可达 6～8G。在正过荷下，人会感到身体压向座椅，手足沉重，四肢活动困难，颜面下坠、变形，甚至呼吸困难，视觉由模糊到发黑，当过荷过大时，还会发生意识丧失而晕厥。

正过荷对人体生理机能的影响，最易引起变化的要算是血液循环系统了。因为血液是流体，血管又富有弹性，大血管多与身体纵轴平行。因此，在从头到足方向的过荷发生时，血液也因本身惯性力作用大量向足部流去，使体内各部血液正常分配失调。结果是心脏水平以上血液减少，而心脏以下，由于动脉血加速向下流动，静脉血又难于流回心脏，从而使下半身的血量增多。最终，在心脏以上各部位动静脉血压降低，心脏以下的各部位



图一　飞行中的过荷
V-速度方向　a-加速度方向
Fi-惯性力方向也即过荷方向

动静脉血压升高。

头部血压下降，血液供给不足首先引起眼睛视网膜贫血，出现种种视觉机能障碍。随着正过荷值的增加，最初视力模糊，眼前如一层薄雾，继而发展成视野缩小，周边视觉消失，两侧仪表板看不清楚，这些变化在航空医学上称之为“灰视”。若过荷值继续增加，眼内贫血更加严重，以致终断对视网膜血液的供应，出现中心视觉丧失，这时眼前一片漆黑，看不见东西，在航空医学上称之为“黑视”。

有两点要说明：一是这种“灰视”或“黑视”的出现，往往并不是发生在加速度值最大的时候，而是发生在稍有错后的时刻。另一点是，在发生“灰视”或“黑视”后，如再继续提高加速度值，则飞行员就会发生空中晕厥。由于发生视觉障碍是空中晕厥的予兆，所以，一般以发生“灰视”或“黑视”作为人体对正过荷的耐力指标。因此，飞行员在作急剧的飞行动作时，当发生“黑视”后，就应适当缓和自己的操纵动作，以防进一步发生空中晕厥，造成事故。

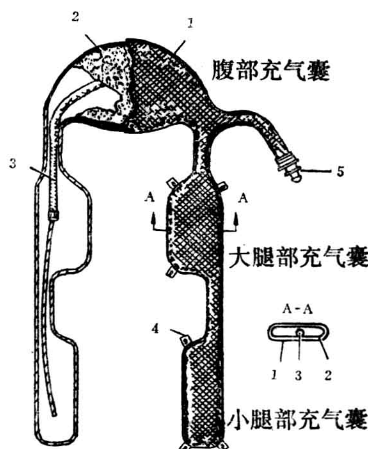
以上，虽然心血管系统的症状最突出，但正过荷对人的影响是全身性的。对其它如呼吸系统、骨骼肌肉系统等的影响也是不可忽视的。尤其是神经系统，在脑贫血和向心冲动剧增时，使中枢神经活动失调，最后大脑皮层进入抑制状态，这便不能调节机体充分地发挥代偿反应，进一步降低机体对正过荷的耐受力。

抗　荷　服

正过荷对机体的不良影响，仅是矛盾的一个方面，另方面我们的机体有适应外界环境和抵抗外来有害因素的能力。所以，充分发挥人的主观能动性，正确的采用一些对抗过荷的动作；加强体育、飞行、模拟飞行的离心机的锻炼；作好卫生保障，消除降低飞行员体质的各种因素等等，这些都是有利于充分发挥机体的代偿反应和对抗过荷不良影响的有效措施。但是，人对加速度的耐力又是有一定的限度，一般健康的飞行员可以耐受4～5G，超过耐受限度，我们的身体就会由于丧失代偿反应而发生一系列的机能障碍。可是，在空战时，战斗机往往可拉到6～8G的正过荷，为了不失战机，全歼入侵之敌，充分发挥飞机的机动性能，就必须进一步提高飞行员抗过荷的能力。抗荷服，正是人们通过长时间实践，研制出的能帮助机体对抗过荷的影响和提高加速度耐力的一种装备。

飞行员都知道，在加速度作用时会引起肌肉的紧张度增加，如果这时，全身再用力，尤其强壮的腹肌和下肢肌肉用力，便会有效地挤压静脉和毛细血管，促使腹部和下肢的血液流回心脏，并限制了内脏因受惯性力的作用而下移，这样可在一定程度上提高飞行员抗过荷的能力。抗荷服的生理机制，基本上也是这个道理。它是在加速度作用时，能自动对腹部和下肢加压的一种服装。如通常用的囊式抗荷服（见图二），它是由腹部、大腿、小腿等五个串通的气囊构成。气囊外面包裹尼龙布套，做成裤子形状。抗荷服气囊里所充的气，来自飞机上的增压气源，并通过气滤清洁后，再经抗荷调压器，最后沿导管进入气囊内（见图三）。

抗荷调压器在加速度时，能自动向抗荷服内充气，并能自动地按过荷值的大小调节所充入气的压力。如图四所示，左图表示飞机作直线或小机动飞行，从头到足的过荷很小或没有，调节器不工作，增压空气被气路分配活塞挡住，气体不能进入抗荷服。右图表示飞机在作急剧的机动飞行时，调压器内的配重和活塞由于自身惯性力的作

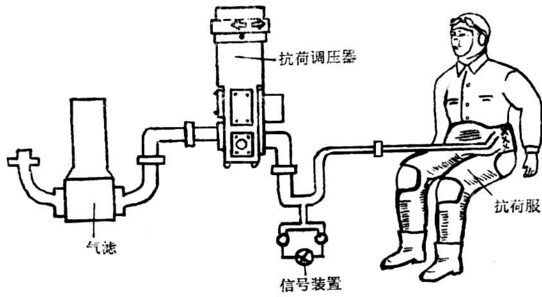


图二　抗荷服的气囊
1-布套；2-橡皮气囊；
3-弹簧导管；4-按扣；
5-充气接头。

用，克服了弹簧力而向下位移，这时增压空气的进口就与抗荷服通了，高压的气流迅速冲入抗荷服气囊内。与此同时，一部分气体经活塞上的小孔充入活塞下腔，这样又使活塞开始上移，直到当活塞下腔的压力加上弹簧向上的复位力等于调压器的配重和活塞的惯性力时，活塞便处在某一平衡位置上，这时抗荷服内的压力不再增加，并保持了与加速值适应的压力。如果过荷再大，配重与活塞的惯性力也增大了，前面的平衡状态被破坏，活塞又下移，进气量又增大，抗荷服内的压力也增加，直至增加到活塞再次达到平衡位置时为止。这样抗荷服的压力又与加速度过荷的数值相适应。

充入抗荷服内的气，使气囊膨胀，压迫飞行员的腹部和下肢，这可以对抗血液的惯性转移和内脏器官的变形、移位。同时也可以减少由于身体各处的不适而发出的向心冲动，减轻了中枢神经系统的负担，从而改善了中枢神经的机能，并且提高了人体自身的代偿能力。由于抗荷服加强了心脏的功能，又增加了回心血量，所以提高了心脏水平以上的血压，防止黑视和晕厥的发生。一般这种囊式抗荷服可以提高人对过荷的耐受力1～2G。当一个飞行员抗过荷的耐力是4～5G，穿上抗荷服就可耐受6G左右的正过荷。

抗荷服的结构形式较多，除囊式外还有侧管式抗荷服，以及与其它代偿服组合在一起的。囊式抗荷服因囊下的压力比身体其它部位的压力高，因此长时间的使用会引起疼痛。此外，夏季散热性差。侧管式抗荷服，除腹部有一气囊外，下肢的气囊改为两侧充气管。当侧管充气后，借交叉小带拉紧尼龙紧身衣而向肢体加压。这种服装，体表受压面积较广而均匀，不易引起疼痛。所以它的抗荷效果比囊式要提高约一个G。

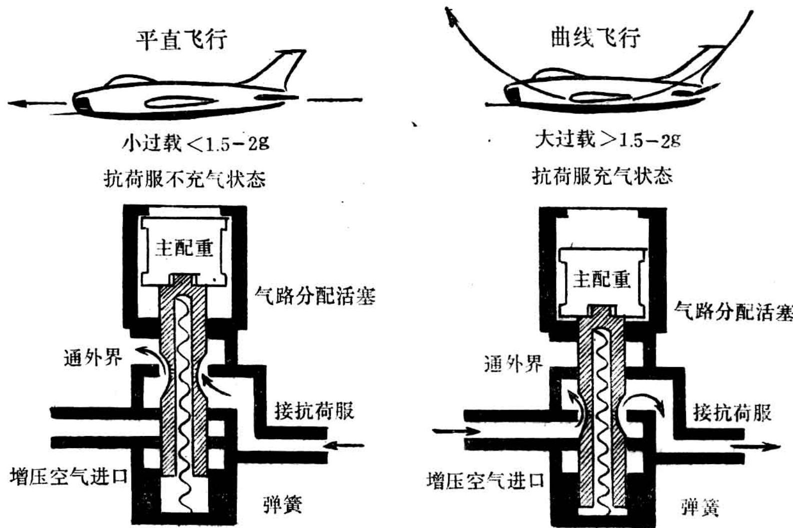


图三　抗荷装置示意图

抗荷服是提高飞行员正过荷耐力的有效措施之一。但是，有了好的装备，如果使用不得法，也是得不到好的效果的。抗荷服正确的穿着方法是抗荷服一定要合身，能调节衣服肥瘦的调节带必须要调得松紧合适，过松过紧都会影响效果。在夏天，囊式抗荷裤要穿在单飞行服外面，并注意除去飞行服口袋里的硬物。在冬季，抗荷服一定要穿在棉飞行服里面，否则会降低抗荷效果。飞行前应对抗荷调压器与抗荷服进行检查，并合理的选用调压器的压力制度，以适合每个飞行员体质上的差异。

毛主席说："**武器是战争的重要因素，但不是决定的因素，决定的因素是人不是物。**"提高飞行员过负荷耐力的根本问题，还是充分发挥人的因素，发扬我军一不怕苦二不怕死的革命英雄主义光荣传统。我空军战士，为战备，苦练在平时，增强体质和耐力，一旦战斗，满怀必胜信心，借以抗荷服等良好装备的辅助，就可以最大限度的调动起机体的代偿反应，充分发挥战斗机的战术技术性能，稳、准、狠地消灭一切来犯之敌，为保卫祖国立下新的战功。

题图设计：张太昌



图四　抗荷调压器工作原理

强击机的武器系统



姜 育 义

强击机是在敌我交战区域，从低空或超低空对敌方战术目标强行攻击，直接支援地面部队作战用的飞机。

人们通常把战斗飞机看成是能装载武器参加战斗的重要工具，是在空中能活动的武器发射平台。它装载的武器及其探测、计算、瞄准等设备综合统称为飞机的武器系统。

强击机的产生、发展，在各国都不一致，其名称含义各国也不完全相同，有的叫“攻击机”，“冲击机”或“打击机”，我国习惯称为强击机。强击机在战斗中，要与自己的地面部队密切协同，按照地面部队的要求，对目标实施攻击。它所攻击的目标是敌方战术、战役纵深的有生力量、防御工事、指挥机构、炮兵阵地、车辆、坦克、桥梁等等。强击机装备的武器有：机枪（炮）、火箭弹、战术空对地导弹及各种航空炸弹。

强击机的发展变化

强击机的作用不可忽视 早在一九一四年帝国主义为重新瓜分殖民地而发动的第一次世界大战中，飞机就已用于支援地面部队作战。英、法等国首先用他们的飞机去轰炸对方的士兵和居民。一九一八年德国专门设计了有装甲的“蓉克”式飞机，该飞机带有机枪、集束手榴弹和手抛轻型炸弹，执行强击任务。

飞机参加战斗后，迫使交战双方展开了攻击与反攻击，防御与反防御的斗争。当对空射击的高射机枪、机炮问世以后，就迫使飞机需要高空，高速，机动飞行，以躲避敌方攻击。同时在飞机座舱、发动机、油箱等重要部位加装了防弹装甲；但是沉重的防弹装甲，又防碍了飞机载弹量的增加和飞行的机动性能。当地对空导弹装备部队以后，地面防空火力增强了，这又迫使强击机以低空或超低空、机动飞行等方式从雷达死区内接近目标，进行攻击。强击机从空中直接支援地面战斗，有它独特的优越性，踞高临下，易于发现和击中遮蔽的，伪装的，甚至利用某种地形地物隐蔽的目标，对战斗有重要作用。它不仅直接杀伤敌方有生力量，而且对地面作战部队的心理状态，战斗士气造成重大影响。

强击机的发展存在两种观点 目前，国外在强击机的发展上有两种观点：一种观点是强调使用单用途强击机，机上仅装备对地面攻击武器，在歼击机掩护下参加战斗。并且认为强击机是以轰炸或直接射击两种手段对地面实施攻击的飞机，不必要求有空战能力，在设计上应突出对地攻击的性能，否则就失去了它本来的意义。

美帝在侵越战争中鼓吹的空中优势破产以后，多用途飞机的设计思想逐渐放弃，开始重视发展适合执行专一任务的飞机。目前十分强调研制专用于近距支援的强击机。为了能很好地识别和准确地攻击目标，要求突出飞机的低空机动性能，选用较低的最大平飞速度，相对比较载弹量多，留空时间长，飞机结构坚固，防弹装甲能抵御小口径火力的攻击，设备简单，便于维护和造价便宜等。

另一种观点主张用多用途飞机。认为单用途强击机只能在完全夺取了制空权的条件下使用。当无制空权时，遇上敌机只好逃跑，难免被击落。因此，要在没有制空权的条件下，能深入敌方领空进行活动，就必须要求飞机具有较高的机动性能，装备的武器以对地攻击为主，同时也具有空战能力。

在强击机的发展上尽管存在两种不同观点，但突出的共同特点是：

一、突出飞机的超低空，亚音速，高机动飞行性能。

二、提高攻击精度。认为在常规战争中，投弹轰炸精度是影响战斗效果的重要因素；因而重视改进提高火箭弹的速度，研制发展空对地导弹，可制导的炸弹和新型火力控制系统。

三、加强飞机安全措施。综合战例分析，发现现役飞机在结构上已足够坚固，影响飞机生存率的关键问题是驾驶员伤亡，操纵系统失灵和油箱漏油起火。因此，在驾驶员座舱和重要设备处加强了防弹装甲，研制了防弹油箱和采用复式与电传操纵系统以提高飞机的生存率。

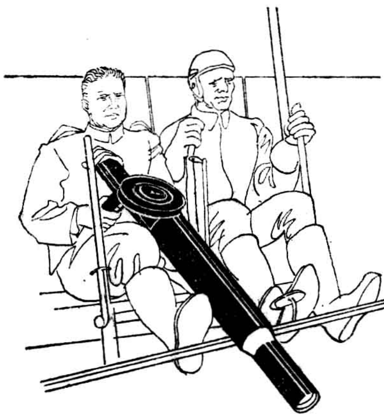
四、改进飞机的起降性能。要

求能在简易草地机场跑道上起降，提高其使用上的灵活性。

机载武器和飞机设计统一考虑 强击机装载武器类型与数量多少以及机动飞行性能如何，是衡量飞机作战效能的重要标志。强击机的武器也是随着战术技术要求的变化和科学技术水平提高而发展变化的。第一次世界大战期间，飞行员带上机枪、手榴弹和手抛轻型炸弹，以目视观察瞄准，直接对目标投弹或射击(如图一所示)。第二次世界大战期间，通常使用重量小于五百公斤的各种小型航空炸弹，机枪多采用口径七点六二毫米的机枪，并研制、试验口径大于二十毫米的航空机炮和火箭弹。战后，重点是研制发展空对地导弹和各种制导炸弹。

强击机能装载的武器多种多样，但由于飞机本身的动力和性能所限，又不允许装载武器太多，究竟装什么武器最好，装多少数量适宜，须看飞机装载武器后的飞行性能如何，是否满足它的战术技术要求。因而成为从设计飞机开始就须全面考虑的重要课题。

最初，航空炸弹的尺寸、重量和机枪（炮）的口径及备弹量逐渐增加，但经验证明也并非愈大愈好。飞机装载的武器应与作战任务要求攻击的目标相适应为宜。如七点六二毫米口径的机枪最适用于攻击人员；十二点七毫米口径的机枪适用于攻击无装甲的车辆；二十毫米和三十毫米口径的机炮能对装甲车辆



图一　第一次世界大战飞行员抱着机枪对地面射击

造成严重破坏。因而，一般在强击机的设计上都有多种武器配备方案，下面就是菲亚特 G-91 强击机武器配备方案：

固定武器方案：

(1) 四挺十二点七毫米机枪，每挺备弹量一千二百发；或

(2) 二门二十毫米机炮，每门备弹量二百五十发；或

(3) 二门三十毫米机炮，每门备弹量一百二十五发。

悬挂武器方案：

(1) 二枚二百二十五公斤炸弹；或

(2) 二枚二百二十五公斤凝固汽油弹；或

(3) 二×三枚一百二十七毫米火箭弹；或

(4) 二×六枚七十六点二毫米火箭弹；或

(5) 二到四枚导弹；或

(6) 二×二十五枚五十点八毫米火箭弹（机身发射器内）二×十九枚五十点八毫米火箭弹（机翼下发射器内）；或

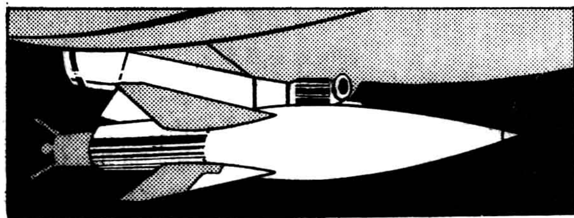
(7) 二×十五枚七十毫米火箭弹（机身发射器内）二×十九枚七十毫米火箭弹(机翼下发射器内)。

根据作战任务不同，可以选取不同的固定和悬挂武器方案的任意组合。

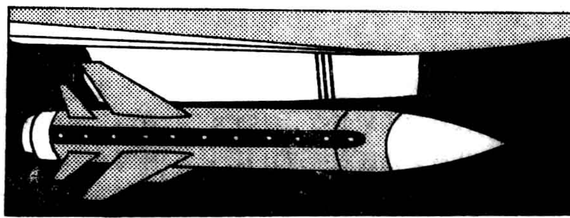
强击机武器系统的发展动向

强击机的任务是在近距离内攻击战术目标，要求其武器有较高的准确度，为提高命中率，扩大攻击效果，对机载武器和火力控制系统作了较大的改进，有了一定的发展。

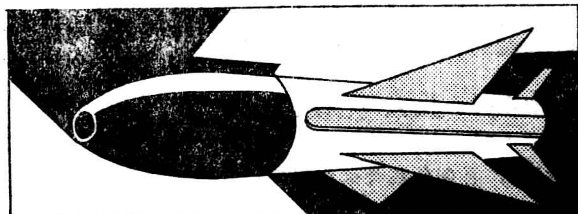
机枪（炮）及其弹药 机枪（炮）的口径、射速、弹丸初速和重量是航空机枪（炮）的主要性能指标。它们是互相矛盾、互相制约的，一般说来，武器口径增大会导致射速降低，重量增加。在选取飞机武器时应全面考虑，过分强调其中任何一方面都会导致武器威力的降低。航空机枪（炮）的发展上曾有两种不同观点：(一)采用小口径高射速机枪，提高命中目标的弹丸数量。因为小口径机枪的射速高，机枪本身和弹药的重量小，飞机上装载的机枪数量和备弹量可以增多，能在有限时间内发射大量的弹丸，以保证有足够多的弹丸命中目标。(二)采用大口径机炮，提高弹丸的破坏威力。认为机炮的口径大，虽然会导致射速降低，重量增



图二　无线电指令制导的导弹



图三　反雷达型导弹



图四 遥控电视制导的导弹

加，飞机上装备的机炮数量和备弹量减少，降低了对目标的命中数，但弹丸的初速高，弹道性能好，弹丸威力增大，只要有一发炮弹命中就能重创目标。

目前使用、发展的强击机上已很少装备机枪，而几乎都选装二十到三十毫米口径的机炮。研制改进的重点是大力提高发射速度和弹丸威力。弹药由最早的实心弹，发展到目前广泛采用的穿甲燃烧弹，穿甲爆破弹，爆破燃烧弹，杀伤燃烧曳光弹和杀伤爆破燃烧弹等多效能弹丸。

火箭弹 航空火箭弹是强击机的基本武器，在第二次世界大战期间获得广泛应用和发展。火箭弹的主要优点是结构简单，造价低廉，威力较大。缺点是命中率低，但可采用连发或齐发连射，构成弹幕来提高命中率。因此，火箭弹被强击机广泛装备使用。

目前供强击机作战使用的空对地火箭弹约有十余种。战后，火箭弹的发展虽不及导弹发展迅速，但对火箭弹改进、改型提高性能方面，作了大量工作。重点是改进火箭发动机，研制高性能推进剂，以增大速度和射程；攻击不同目标用的各种战斗部。同时还先后研制了滑轨式、筒式、巢式和弹舱式等多种火箭弹发射器。

空对地导弹 自第二次世界大战期间着手研制并应用以来，帝国主义国家为向外扩张侵略他国，大力研制，发展空对地导弹。目前国外现役和正在研制的空对地导弹已有五十多种。空对地导弹的种类繁多，用途各异。

强击机装备使用的是较小型的战术空对地导弹。从导弹采用的制导系统来看，以采用无线电指令、雷达和电视制导类型最多。

无线电指令制导的空对地导弹的战术使用是：驾驶员在雷达荧光屏上发现并且瞄准目标以后，即可发射导弹，雷达继续跟踪导弹和目标，当发现导弹航向偏离目标时，可由人工或由雷达——计算机制导设备自动发出控制指令，导弹接收指令信号修正偏离弹道飞向目标，图二就是此类型导弹。

雷达制导的战术空对地导弹中，以被动式雷达导引型最多，图三所示导弹就是其中一种。用于攻击地面无线电发射台、地对空导弹阵地和高炮雷达设备。

电视制导的空对地导弹中又有遥控电视制导和电视自动导引两种（如图四所示）。遥控电视制导方法是在驾驶员截获目标后，使弹上的电视摄象机瞄准目标。发射导弹以后，驾驶员作机动飞行，而通过机上监控器，观察导弹头部电视摄象机的图象，发出无线电指令控制导弹飞向目标。电视自动导引方法是驾驶员只需在高亮度监视器上选定目标，并使导弹电视摄象机对准并锁定目标，然后即可发射导弹，导弹在其电视导引头控制下自动飞向目标。

目前，国外在研制空对地导弹技术方面，重点是研究改进导弹的动力系统和制导系统，以提高导弹射程和命中准确度。

航空炸弹 实战经验证明，普通航空炸弹仍然是强击机的一种基本进攻武器。它威力大、结构简单、造价低廉、战争中可以大量使用。为了提高投弹轰炸精度，对炸弹进行如下改进：

（一） 改进弹体结构，提高弹道性能。

（二） 研制低空轰炸用的减速炸弹。

（三） 研制制导炸弹，即把普通航空炸弹加装电视或激光导引头和气动力控制装置，利用载机投弹时已有的惯性力，在电视或激光制导系统的控制作用下，使炸弹滑翔到所要攻击的目标附近。

火力控制系统 机载武器对地攻击所必须的测量计算、攻击瞄准设备是影响攻击精度的重要因素。这类机载武器的火力控制设备，随着飞机性能、电子计算技术的发展而迅速发展。第一次世界大战初期，以目视观察瞄准直接攻击和投弹；第二次世界大战中发展为普通的前置计算光学瞄准具。战后，随着科学技术水平的提高，发展成为雷达、计算机和瞄准具交联的火力控制系统。并在火力控制设备中广泛采用红外技术和激光技术。火力控制系统中采用红外线接收装置，其方向性好、抗干扰能力强。它利用目标的辐射热能，本身只是接收装置，因此不易被敌方发觉，有利于隐蔽攻击。而激光技术的作用和雷达一样，主要用来测定目标距离和跟踪照射目标，以完成武器的发射和半主动制导。激光的光束很窄，抗干扰性好，最适于对地准确测距。但激光受气象影响较大，目前设备的功率有限，作用距离短。因此应用受到一定限制。

综上所述，强击机的武器系统配备方案多种多样，那种方案最为有利，要根据实战的需要而定。同时可以看到强击机的武器系统是多种武器的综合，而不是单一武器的系统。



介绍一架线操纵特技模型飞机

上海开关厂业余航模组

在牵引模型滑翔机及橡筋动力模型飞机制作的基础上，再制作线操纵模型飞机就比较容易。本文向大家简单地介绍一架二点五毫升的线操纵特技模型飞机的制作及调整试飞。

线操纵特技模型飞机，它能在我们的操纵下进行斤斗，8字和倒飞等各种优美的特技飞行动作。飞行时，它由两根操纵钢丝牵住环绕操纵者作圆周运动，并通过操纵升降舵使模型飞机环绕本身横轴在俯仰方向运动，但不能环绕模型飞机立轴及纵轴的运动，因此，它是比较容易掌握的，适合于在学校、工厂、农村等较小的运动场地进行飞行或表演，所以它深受广大青少年的欢迎。这里向大家简单介绍一架二点五毫升的线操纵特技模型飞机的制作和调整试飞，这架模型飞机具有结构简单、用料节省、制作维修方便、性能良好的特点。

制作这架模型飞机需用的主要材料见材料表。（未注明单位皆为毫米，有的尺寸留有加工余量）：

用　　途	材料名称及规格	数量
机翼翼梁	3×3×910　松木条	2
机翼前椽	3×3×930　松木条	1
机翼后椽	1×17×930　桐木片	2
机翼后椽加强片	1.5×25×470　桐木片	2
机翼翼肋和半翼肋	厚1毫米　桐木片	若干
机翼翼梁和后椽的复板	厚0.75毫米桐木片	若干
水平尾翼前、后椽条	3×4×480　桐木条	4
水平尾翼斜撑条	1.5×4　桐木条	若干
垂直尾翼	厚1.5毫米桐木片	若干
发动机架	10×12×160　桦木条	2
机身纵梁及斜撑条	2×12×550　松木条	2
机身侧板	1×48×440　桐木片	2
推拉连杆	4×4×380　松木条	1
三角摇臂	厚1.5毫米硬铝	若干
起落架	ϕ2.5×360　钢丝	1
尾撬及推拉连杆接头	ϕ1.8 自行车钢丝	1
机轮	厚3毫米层板	若干
油箱	厚0.1～0.3毫米铁皮	若干
油箱出油管和进气管	ϕ1.8 毫米铜管	少量
蒙皮	绵纸 200×500 及 80×500	各四张
透布油及胶水		若干

如果没有桐木或松木，均可就地取材，用其他材料如白杨木、杉木等较轻的材料代用。

在模型的制作过程中，主要应注意下列各点：

1. 机翼不能扭曲，同时内翼比外翼长三十毫米。

2. 安装发动机应有五至七度的外拉力线。

3. 方向舵应有外偏角，外翼翼尖配重一十至二十克重。

4. 发动机上、下方向拉力线为0度，机翼、水平尾翼安装角均为0度。

5. 操纵系统要安装牢固，灵活可靠，防止使用中松脱或卡住。升降舵面活动角为正负四十至四十五度。

6. 总重量在四百克左右，重心位置在距机翼前椽10～25％的弦长处（即距前缘二十～五十毫米）。初次学飞应使重心适当前移，可取10～15％（即二十至三十毫米），练习复杂动作时可适当后移（重心的调整可以用在机头或机尾加配重的方法来实现）。

7. 螺旋桨的螺距为一百毫米，不能大于一百二十毫米，桨叶角应用卡板测量，左右桨叶在桨叶角、桨叶剖面形状、以及两端的重量等方面应力求相同。

以上1、2、3三点主要是为了防止模型在飞行中产生“松线”的现象，因为“松线”会使模型失去操纵而造成严重的事故。1、4二点主要是使模型在上、下方向上空气动力性能对称，这样大大减小在做正动作与倒动作时的空气动力性能上的差别。而5、6两点主要是保证模型有良好的操纵性和一定的安定性。最后一点是保证模型发动机正常工作并具有必须的拉力。

线操纵特技模型飞机的制作是比较容易的。其方法与牵引模型滑翔机和橡筋动力模型飞机相仿。

机翼的制作工序是：画工作图——翼梁及前、后椽条的切割打磨——做翼肋样板——切翼肋毛坯——削翼肋——在翼肋上开翼梁及前、后椽槽——翼肋挖空——切半翼肋——翼肋与翼梁、前后椽条的胶合——胶半翼肋——翼梁复板胶合——后椽复板胶合——中段蒙板——翼尖胶合——前椽打磨——切割后椽加强片。

在以上工序中翼肋与翼梁、前后椽条的胶合与牵引、橡筋模型飞机不同，因为特技模型飞机用的是对称翼型，因此胶合时应在后椽条下面垫一条十五毫米厚的木条，以便于正确胶合。

尾翼制作工序是：画工作图——切割前后椽条——切割并胶合斜条——安定面中段蒙板——前后椽打磨——制作垂直尾翼。

机身制作工序是：画工作图——削发动机架——发动机架与纵梁胶合——做隔框（三个）——切割侧板——一片侧板与发动机架、纵梁及一个隔框胶合——斜条胶合——三角摇臂轴及加强条安装——尾撬胶合。

起落架制作工序是：起落架钢丝按尺寸弯制——机轮制作——机轮与起落架安装。

油箱制作工序是：油箱铁皮剪切——出油管切割及弯制——进气管切割——焊接——清洗油箱内部。

油箱二根进气管分别通到顶部及底部。油箱出油管应通到油箱外侧尖部的最后面。

操纵系统制作工序是：三角摇臂制作——升降舵摇臂制作——升降舵摇臂与升降舵面的固定——推拉杆切割及推拉杆接头弯制——引出线绕制——引出线支架制作。

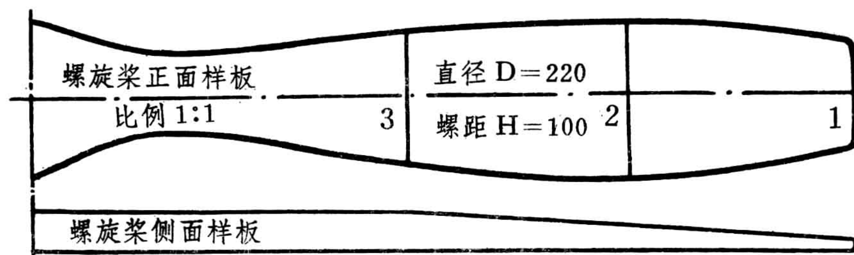
以上各部件完成后，可进行总装。

总装工序是：机身与水平安定面的胶合——机身与垂直尾翼的胶合——机身与机翼的胶合——机身与另一侧板的胶合——机翼后椽加强片与机翼机身的胶合——升降舵与水平安定面的线绞链连接——起落架与机身胶合——第二、三个隔框的胶合——外翼翼尖配重——引出线支架的胶合——三角摇臂的安装——推拉杆接头分别与三角摇臂、升降舵摇臂的连接——推拉杆与推拉杆接头的定位——蒙皮——蒙皮美化——刷透布油——引出线安装——油箱安装——发动机安装。

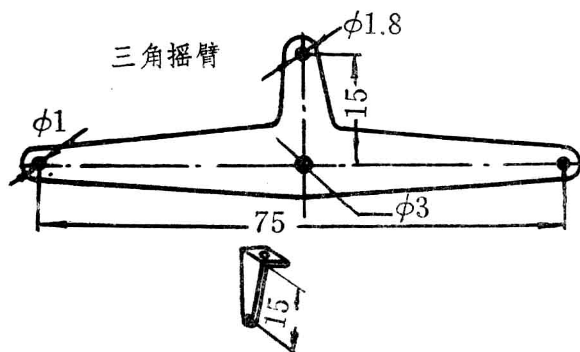
总装时应注意机翼的内翼大于外翼，机翼与水平尾翼应力求平行。装蒙皮和刷透布油时应注意纠正机翼的扭曲，使机翼外形保持较好的准确性。透布油约刷七、八次，太少了蒙皮要渗油，太多了机翼会扭曲变形。注意每刷一次都要等待完全干燥之后再刷下一次。

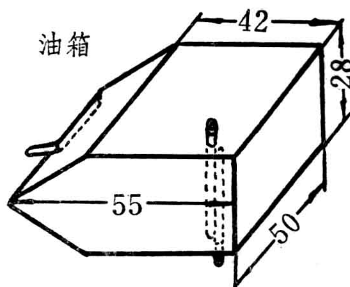
这架练习机采用二点五毫升的压燃

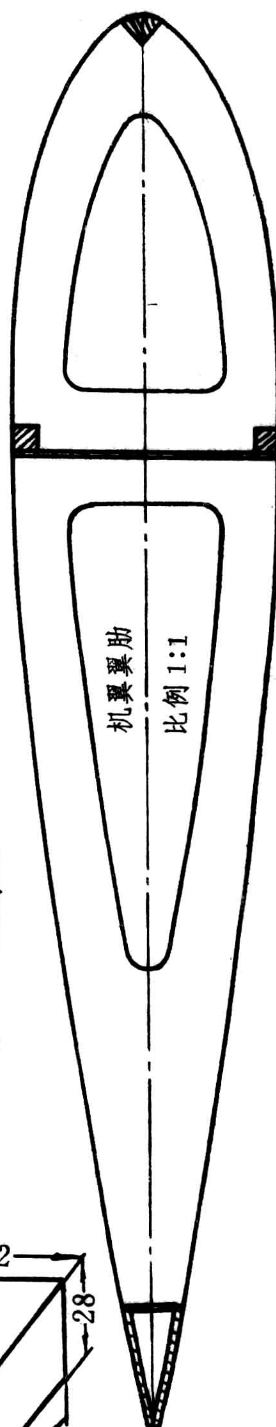
用途 \ 比例 \ 燃料	乙醚	煤油	蓖麻油	亚硝酸戊脂
磨车及通常使用	1	1	1	
便于起动	1.5	1	1	
发动机漏气严重	1.2	1	1.2	
提高发动机马力	33%	40%	25%	2%











式发动机。通常一台新的二点五毫升的压燃式发动机要经过半小时至一小时磨车，才能装在练习机上使用。磨车要用直径较大的螺旋桨，作低速运转。压燃式发动机的燃料由乙醚、煤油、蓖麻油三者混合而成。比例见表（按容积计算）：

混合油配制后，应经过沉淀及过滤，以保持燃料的清洁，避免因燃料不清洁而造成发动机严重磨损或空中停车的事故。

模型制作完成后，在进行试飞前，还应做好以下二件工作，一是准备好飞行器材，主要包括操纵手柄、操纵钢丝（ϕ0.25～0.3；长度十二～十三公尺）、燃料及外场使用的工具。二是飞机试飞前的室内检查，检查内容主要是上面提到的七项内容，同时还应进行地面试车，以检查发动机、螺旋桨及供油系统的情况是否良好。一台磨车好的发动机，在地面试车通常遇见的不正常情况有两种，一是不能连续运转或运转不稳定，这主要是供油系统的故障，例如：油箱抖动或出油管位置不对，造成气泡很多而不能稳定工作，或油路内有杂物，造成油路不畅或不通而不能正常运转。二是发动机吸油能力差，在贫油情况下不能正常运转，即模型抬起头来不能稳定的运转，这可以将发动机进气口用硬木块堵死一半，以增加吸油能力就可解决。

经过室内检查，就可以进行外场试飞了。试飞应由航模辅导员或会飞行的同志进行，并应特别注意飞行场地的安全。线操纵特技模型飞机的试飞主要是调整发动机及检查飞机的性能。具体内容是：

1. 调节发动机的油门，使模型飞机在各种姿态下，发动机均能正常工作。

2. 检查模型飞机在平飞、高飞、倒飞、过顶等情况下，有没有松线现象，如有松线现象主要是调节发动机马力、外拉力线、外翼翼尖配重及纠正机翼的扭曲等项。

3. 检验模型飞机的操纵性，是否具有较小的斤斗半径，在俯冲改出及正倒斤斗的底部是否有下沉现象，这主要是要求模型的翼载荷要小，螺旋桨螺距不能过大，升降舵上下角度不能过大或过小等。

经过调整试飞，我们就可以进入正式的飞行训练了。

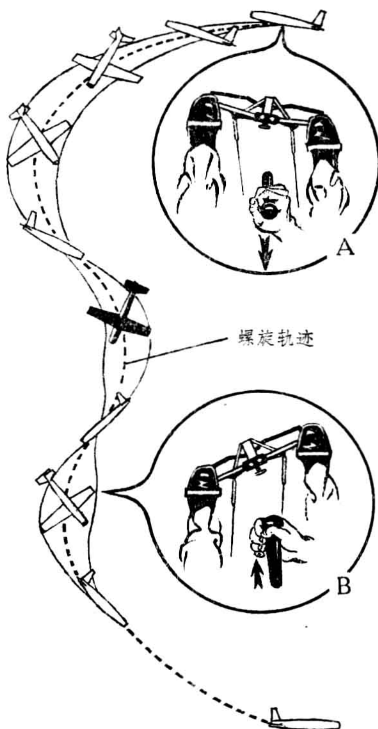


尾旋

石 航

在航空事业发展初期，由于人们对尾旋的运动规律认识不足，曾一度把它视为飞行的灾难。经过人们的不断实践，终于认识和掌握了它的运动规律。

在开展航模活动时，有些同学经过精心设计制作出了很不错的模型飞机，可是在飞行中，有时会出现一面旋转，一面急剧下降的奇怪现象。其运动轨迹很象螺丝钉的螺纹一样。这种沿着一个半径很小的螺旋线急剧下降的反常的飞行现象，就叫做尾旋，又称螺旋(图一)。

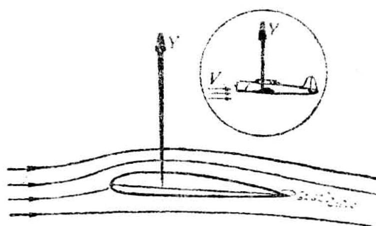


图一 尾旋

飞机在飞行中，有时也会出现尾旋现象。在航空事业发展初期，由于人们对尾旋的运动规律认识不足，在飞行中一旦进入尾旋，飞行员往往束手无策，给飞行安全带来很大威胁，曾一度被视为飞行的灾难。但是，**“一切真知都是从直接经验发源的”**，经过各国飞行员和航空科学工作者对尾旋进行了多次试飞和实验研究，终于搞清了它的成因、类型和改出方法，掌握了它的运动规律。现在在飞行中，不但可以采取有效措施防止进入尾旋，在一旦进入尾旋以后，也可以正确处置及时改出，从而保证了飞行安全。

尾旋的成因

尾旋是在飞机处于失速状态下产生的。为了说明尾旋的成因，首先简要介绍一下失速的有关问题。大家知道，飞机的升力是空气迅速流过机翼而产生的（图二）。升力的大小与空气流过机翼的情况有密切的关系。而空气流过机翼的情况又主要取决于机翼与气流之间的夹角。确切地说是气流与翼弦的夹角（即迎角或攻角）α（图三）。空气流过机翼时，就象河水流过桥墩一样，在其后面会出现涡流区(图四)。涡

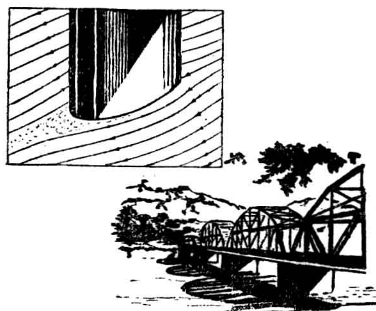


图二　升力

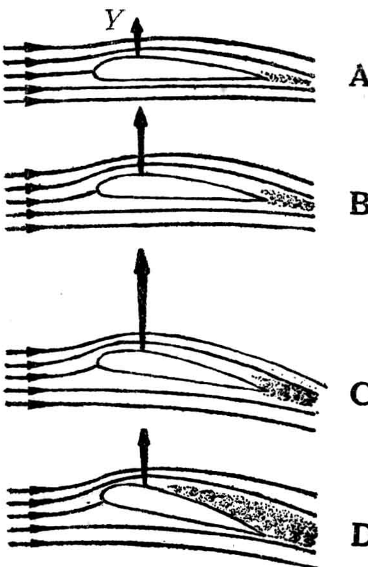
流区内的气流流动非常紊乱，它会影响气流的正常流动。所以，涡流区的变化对升力的影响极大。在小迎角时，涡流区很小。如果增大迎角，涡流区扩大较慢，升力是逐渐增大的（图五 A、B、C）；当迎角增大超过一定数值（即临界迎角）后，由于涡流区迅速扩大，严重地影响了气流的正常流动，使机翼上下压力差迅速减小，升力明显下降（图五 D），阻力急剧增大，飞行速度迅速减小，这种现象叫做失速。失速后由于流经机翼的气流非常紊乱，会使升力发生时大时小的变化，所以飞行员有飞机抖动、摇晃等感觉。

飞机在失速状态下，因某种原因向左倾侧时（图六），流经两翼的气流方向便有所变化。左翼下沉，迎角增大，使其超过临界迎角更多，升力减小；右翼上扬，迎角减小，其升力反而增大。这样，右翼升力比左翼升力大，构成向左滚转的力矩，迫使飞机继续向左滚转。这种自动滚转的现象，叫做机翼自转。

飞机向左自转以后，升力方向因滚转不断向左倾斜，逐渐趋于水平方向。在重力的作用下，飞机迅速下降高度，运动轨迹随之由水平方向逐渐变化到垂直方向。这时，升力主要起着向心力的作用，使飞机在下降的同时，向左作小半径的圆周运动，于是，便形成了一面旋转一面沿螺旋线迅速下降的尾旋。


图四　水流过桥墩的情形

飞机向左滚转形成的尾旋，称左尾旋。反之，则称右尾旋。

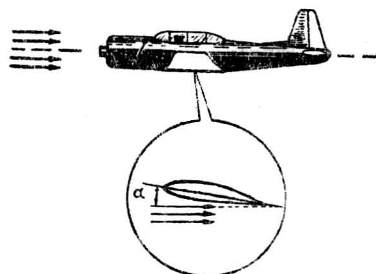


图五　迎角变化对升力的影响

总之，在飞行中，过多、过猛的后拉驾驶杆，使飞机迎角超过临界迎角，就会出现失速现象，如果飞机再倾侧，便可形成机翼自转而进入尾旋。

在飞行训练中，就是根据上述原理作尾旋动作的。飞行员不断后拉驾驶杆，在迎角超过临界迎角达到失速后，再蹬某一边的脚蹬板，随着方向舵偏转机翼便产生自转，飞机就向方向舵偏转的一边进入尾旋（图一 A）。此时，座舱里的飞行员会感到飞机有抖动；自己好象在原地打转，向反方向旋转着的地面不断涌来；象坐汽车急转弯一样，自己被甩向外侧。

懂得了尾旋的成因以后，我们在制作模型飞机的时候，就应特别注意水平尾翼和垂直尾翼的安装位置。如果水平尾翼后缘上偏太多，在飞行时，模型飞机就会向上抬头，迎角过大，造成失速。若垂直尾翼再安装不正，便会形成机翼自转，从而使模型飞机进入尾旋。



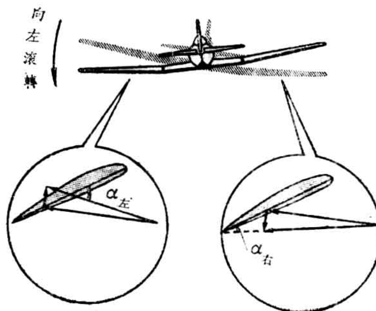
图三　迎角

改出尾旋

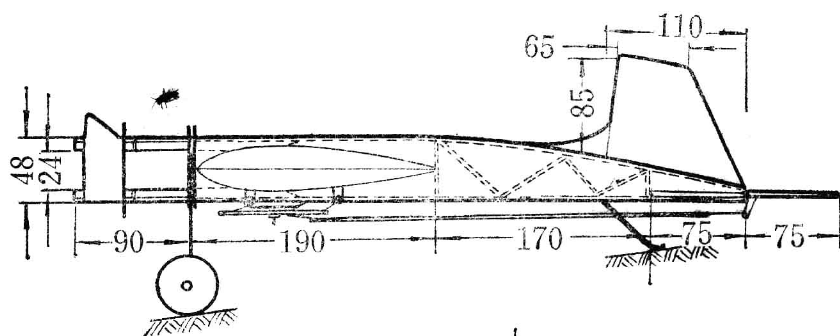
既然尾旋是在飞机失速后发生滚转的结果，那么，改出尾旋的关键也就在于退出失速和制止滚转。改出尾旋的具体作法是：向尾旋的反方向蹬脚蹬板，使方向舵偏向尾旋的反方向，以制止飞机滚转（图一 B）。紧接着向前推驾驶杆，使升降舵向下偏转，其目的是减小迎角退出失速。当飞机停止滚转后，及时蹬平脚蹬板，使方向舵摆正，转入俯冲。速度增大到一定数值以后，柔和后拉驾驶杆使飞机由俯冲转入平飞，这样改出尾旋的飞行就完成了。

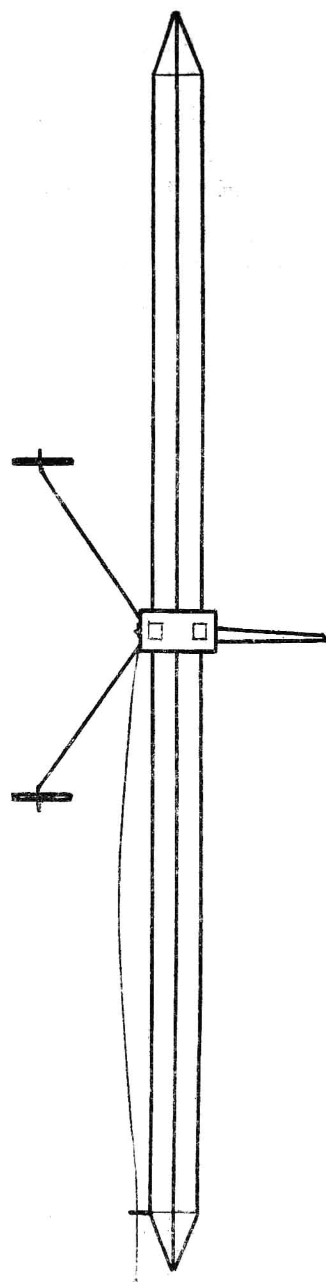
飞行实践证明，只要改出尾旋的操作正确无误，改出尾旋是完全有把握的。

题图：王小飞



图六　机翼自转

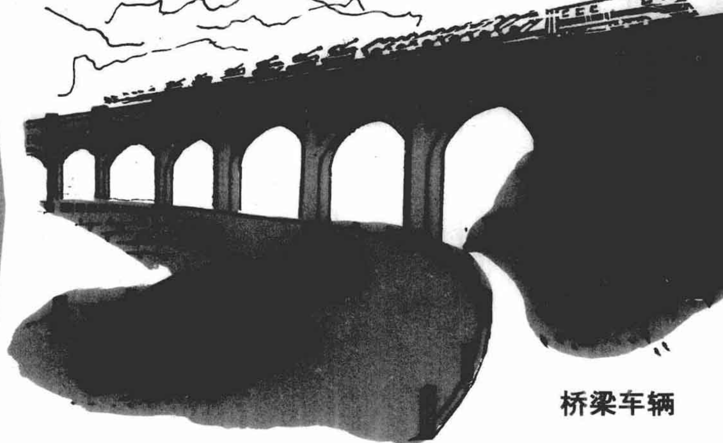




2.5 毫升线操纵特技模型飞机

比例 1:10

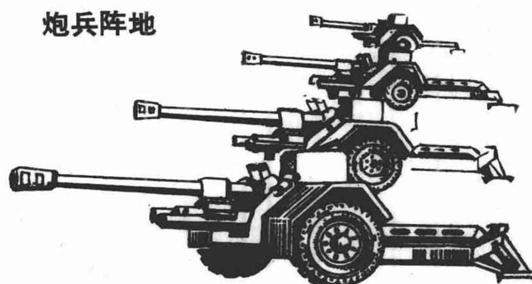
上海开关厂业余航模组



桥梁车辆



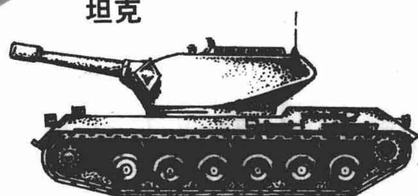
舰艇



炮兵阵地



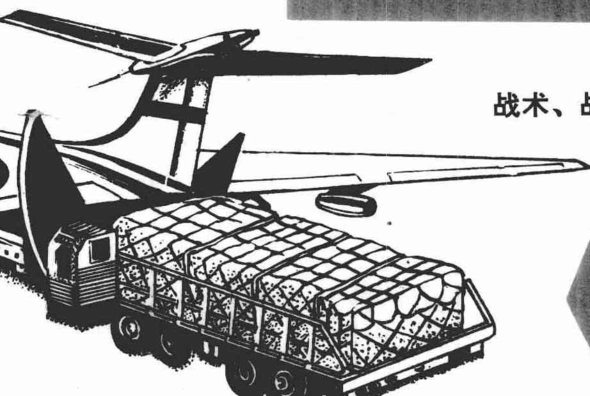
防御工事

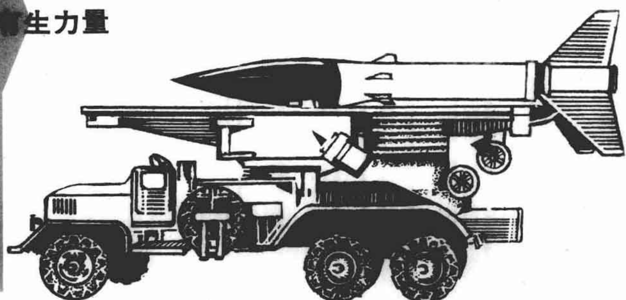


坦克



指挥机构





战术、战[illegible]生力量



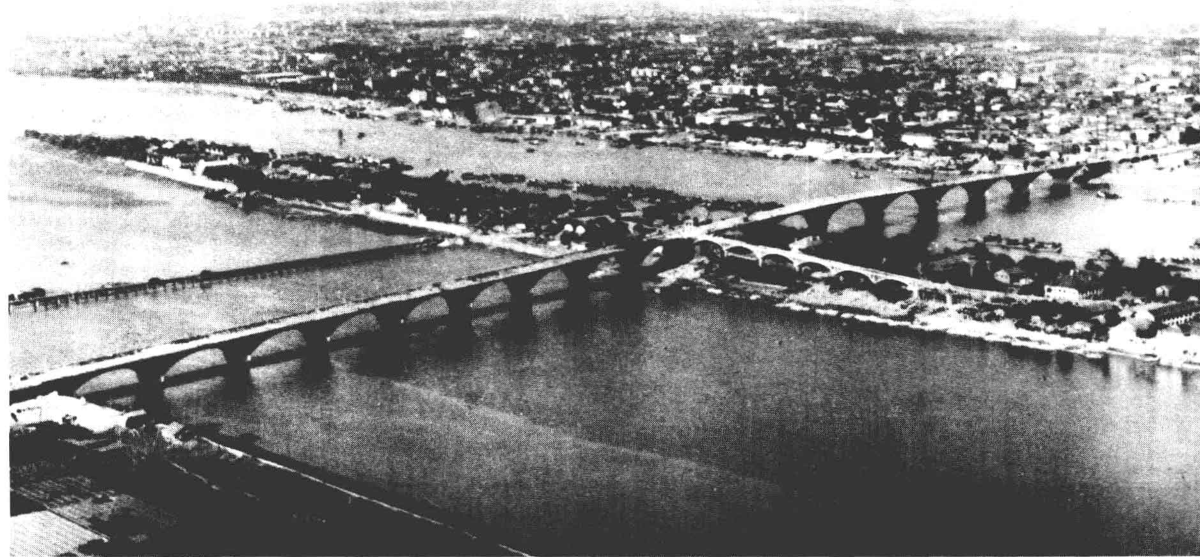
Hangkong Zhishi


8
1974
航空知识



摄·影·新·作





毛主席语录

建立一支强大的人民空军，保卫祖国，准备战胜侵略者。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

航空知识

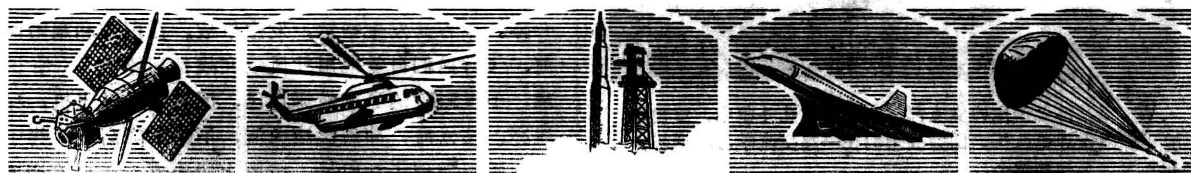
一九七四年八月号目录　八月一日出版

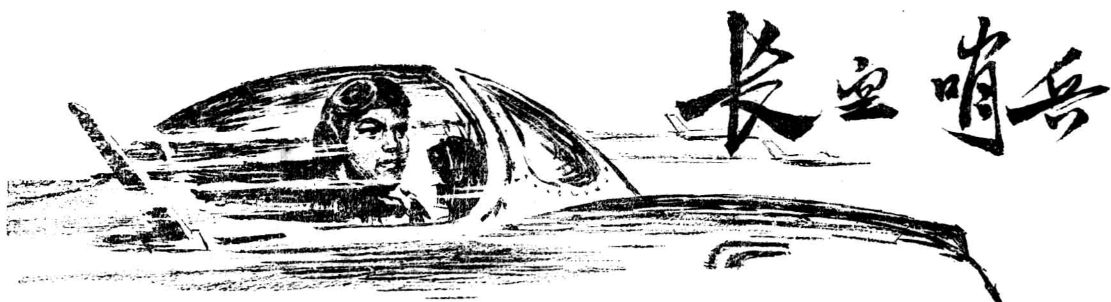
在这一期

今年八月一日，是中国人民解放军建军的四十七周年。本期发表的《长空哨兵》、《二十年长空保安全》等文章和一些美术、摄影作品，介绍人民空军干部战士在毛主席关于『**建立一支强大的人民空军，保卫祖国，准备战胜侵略者**』的伟大号召指引下，在批林批孔运动的推动下，加紧战备训练，苦练杀敌本领，做好反侵略战争准备的情况。

国际民航组织是世界各国在国际民用航空方面政府间的机构，是与联合国有关的十五个国际机构之一。由于该组织驱逐长期非法窃据我国席位的蒋帮代表，恢复了中华人民共和国代表的合法权利，我国政府决定，自今年二月十五日起参加这个组织的活动。本期发表的消息和资料，介绍了有关情况。

编辑　中国航空学会航空知识编辑委员会
出版　航空知识杂志社
地址：北京市学院路
印刷　北京新华印刷厂
北京胶印厂
发行　北京市邮局总发行，全国各地邮局订购
代号：2-410　印数：221,000　定价：0.20元





长空哨兵

陈经伟　彭卫东　孟庆学　蔡善武

人民解放军空军某部飞行一大队是个英雄的飞行大队，它是和空军英雄战士杜凤瑞的名字联在一起的。十多年来，飞行一大队的同志们踏着英雄的足迹前进。下面这篇报道，介绍他们在批林整风和批林批孔运动的推动下，在战备训练中取得的新成绩。

一九五八年，在一次严惩来犯敌机的空战中，杜凤瑞面对四倍于己的敌人，为了保卫伟大的社会主义祖国，为了战友的安全，以压倒一切敌人的英雄气概，单机闯入敌阵，勇敢冲击，大胆厮杀，一举击落敌机两架，为祖国为人民英勇地献出了自己的宝贵生命。

十多年来，飞行一大队的同志们，沿着空军英雄战士杜凤瑞的足迹前进。他们为保卫祖国，巩固无产阶级专政，苦练杀敌本领，百倍警惕地守卫着祖国的万里兰天。伟大的批林整风和批林批孔运动，更加激发了飞行一大队同志们的斗争精神。他们以党的基本路线为武器，以杜凤瑞大无畏的革命精神为榜样，狠批林彪反革命修正主义的极右实质，狠批林彪效法孔老二“克己复礼”的反动政治纲领，提高了阶级斗争、路线斗争和无产阶级专政下继续革命的觉悟，在伟大的斗争中，他们意气风发，斗志昂扬，在抓革命，促生产、促工作，促战备中又作出了新的成绩。



空军某部无线电连党支部，在批林批孔斗争中，重视培养干部战士理论队伍。图为战士们在一起交流学习马列著作和毛主席著作的体会。　汪振君摄影

牢牢树立常备不懈的思想

飞行一大队的同志们常备不懈的思想树得很牢，他们说：“空中情况是瞬息万变的，空战是以分秒来计算的，赢得了这一分一秒，就可能取得战斗的胜利，相反，慢了一分一秒，就可能贻误战机，给敌人以可乘之机。”因此，他们在平时严格要求自己，一点一滴地磨练自己，做到常备不懈，一有情况能立即出动。一天，大队党支部接到上级命令，要他们到一个新的机场去执行战备任务。党支部向飞行员们作了动员，他们迅速整装，一架架战鹰迎着耀眼的阳光腾空而起，排着雄伟的队形向新机场飞去。当他们快接近新机场上空的时候，天气突然变坏了。气流滚滚，浓云密布，能见度很差。灰白色的层积云和银色战鹰混为一体。很容易发生错觉，发生事故。在困难和艰险面前，飞行员们自觉地用杜凤瑞在战备训练中不怕困难，不畏艰险的事迹鼓舞自己，沉着地操纵飞机，穿迷雾，钻云海，冲破滚滚急流，不断下降高度，终于从云隙里发现了新机场，按照上级要求，出色地完成

了这次飞行任务。

苦练空中歼敌本领

飞行一大队的同志们常说："作为一名祖国的空中哨兵，光具有常备不懈的思想还不够，还必须练出精湛的空中歼敌本领。"飞行员们从实战的需要出发，自觉地勤学苦练歼敌的战术技术。隆冬，机场上不是布满厚厚的冰霜，就是复盖着皑皑的白雪，飞行员们不怕寒风刺骨，不顾冰凌扎人，拿着飞机模型在冰天雪地里苦练编队技术。脚冻麻了，手冻僵了，他们就停下来跑跑步，暖一暖手脚，继续苦练，直到掌握为止。入夏，飞行员们不顾汗流浃背和蚊虫叮咬，为了熟悉座仓和掌握仪表技术，他们紧闭门窗自己关在屋子里，苦练仪表和座舱技术，一坐就是几十分钟。他们就是这样顽强刻苦地苦练着空中歼敌本领。

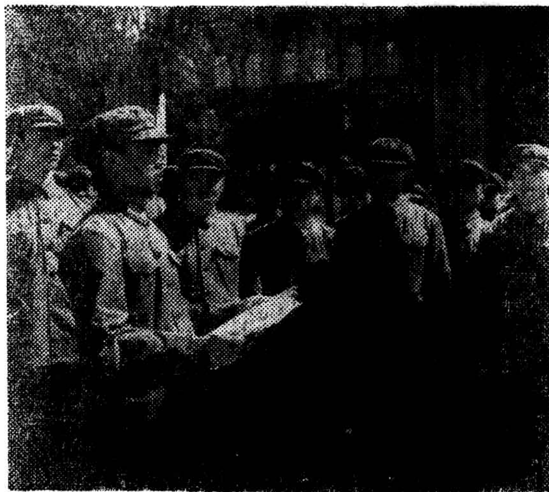
新飞行员张正荣在批判林彪反党集团斗争中，刻苦认真地读马列著作和毛主席著作，紧密联系自己的苦难家史，狠批林彪反革命修正主义路线的极右实质，愤怒痛斥林彪反党集团妄图复辟资本主义的罪行，决心为巩固无产阶级专政练好杀敌本领。可是，正当飞行训练紧张的时候，张正荣却进了卫生队。他看到机场上热气腾腾的练兵景象，怎么也呆不住了，几次向医护人员要求出院参加飞行训练。他身在卫生队，心里想着飞行。白天，他专心观察战友们在空中的飞行动作；晚上，他用双手代替飞机模型在卫生队门前练习。张正荣病愈回到大队，他的飞行课目已经落了好几个。为了尽快地补上，他争分夺秒地学习和苦练。有时为了一个动作，往往反复练习几十次。就这样，张正荣很快赶上了大队所规定的飞行进度，而且取得了优异的飞行成绩。

飞行员们就是这样顽强刻苦地钻研着飞行技术，迅速地提高保卫祖国的杀敌本领。然而，他们并不以此为满足，没有在分数圈子里打转转，而是坚持从实战出发，不断提高训练标准，多练几手战时用得着的杀敌本领。

一次，中队长徐传金飞高空水平攻击课目，取得了好的飞行训练成绩。飞行归来，领导和同志们都为他高兴，徐传金在赞扬中找出了自己的差距，决心以更大的努力去攀登飞行技术的新高峰。

狠抓党的基本路线教育

飞行一大队党支部在带领部队保卫祖国的日日夜夜里，深切地体会到："空中哨兵的力量源泉在于马列主义和毛泽东思想。毛主席为我党制定的基本路线，是指引我们穿云破雾的指路明灯。"因此，大队党支部



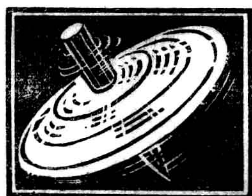
空军航空兵某部飞行三大队的同志们，怀着极大的无产阶级义愤，在南京雨花台革命烈士殉难处愤怒批判林彪效法孔老二"克己复礼"，妄图复辟资本主义的罪行。

奚火根　周安银摄影

在长年紧张的战备训练中，不管工作有多忙，任务有多重，他们坚持学习马列著作和毛主席著作不放松。为了提高飞行员的阶级斗争、路线斗争和继续革命的觉悟，党支部经常利用飞行员的家属来队、到驻地挂钩生产队助民劳动、参观阶级教育展览会和外出执行任务的机会，采取请进来、走出去的方法，加深飞行员对党的基本路线的理解。批林批孔开始以后，这些活动开展得更加经常。为了批倒批臭林彪"克己复礼"的反动政治纲领，党支部向全大队介绍了杜凤瑞同志的苦难家史和成长史，引导大家联系自己的家史和成长史，深入批判林彪"克己复礼"的反革命纲领，由于党支部在批林整风，特别是批林批孔中，认真学习党的基本路线，做到了阶级教育经常化，大大地提高了飞行员们阶级斗争、路线斗争和继续革命的觉悟，培养了在战备训练中不怕困难的革命精神。飞行员们说："牢记阶级苦，不忘血泪仇，党的基本路线指航向，困难再大能克服！"

最近，飞行一大队的同志们愤怒声讨林彪反党集团的滔天罪行，带着对林彪和孔孟之道的满腔仇恨，怀着巩固无产阶级专政的坚强决心，进行了一次战斗起飞训练。跑道上，一架架银色战鹰在轰鸣声中升入高空，排着威武雄壮的阵势，飞过群峰，掠过江河，向假设战区疾速飞去，飞行员们透过座舱机警地搜索着"目标"。他们劈云海、破云雾，所向无敌，奋勇前进……不久，从无线电里传来了胜利的消息：飞行结束了，战斗任务顺利完成。

题图：温承诚



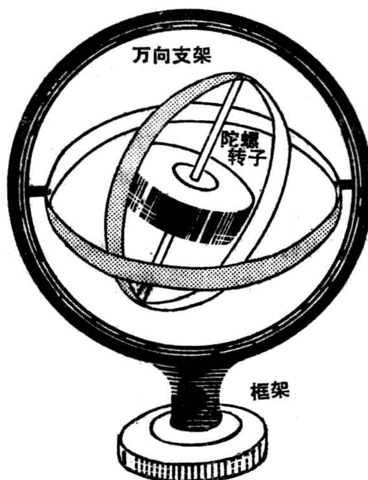
陀螺的发展与演变

王 寿 云

陀螺是火箭、导弹、航空和航天飞行器惯性导航系统中的重要感受器件。陀螺的种类多种多样，它们究竟是怎样发展、演变的呢？

一

最早出现的陀螺是机械陀螺（见图一），它是刚体力学的充分发展并与实际相结合的产物。恩格斯指出：**“在自然科学的历史发展中最先发展起来的是关于简单的位置移动的理论，即天体的和地上物体的力学……”** 力学知识，是劳动人民在建设城市和大建筑物以及发展纺织、钟表制造、磨坊加工等手工业的漫长过程中创造的。这些知识经过从哥白尼开始的自然科学最初一个时期的整理，到了以牛顿为标志的这一时期末已经具有科学的形式。**“刚体力学也是一样，它的主要规律彻底弄清楚了”**（见恩格斯《自然辩证法》）。这一时期初步发现了高速旋转刚体的三个主要运动特性，即定轴性、进动性和章动性，奠定了产生机械陀螺的理论基础。来源于实践的刚体力学原理并没有停留在理论阶段，它又转过来为实践服务。大约在一八一〇年，最先有人根据高速旋转刚体的运动特性制作了一个回转椭圆体，它可以分别沿三根相互垂直的轴旋转，三根转轴的交点保持不变。这实际是机械陀螺的萌芽。到了一八三六年，苏格兰人兰恩指出了利用这种置装来显示地球自转运动的可能性。一八五二年，法国物理学家福科实现了这个实验，显示了地球的自转运动：福科正式提出了“陀螺”这个术语，他的实验装置就成了最早的陀螺仪。福科实验的成功大大促进了陀螺应用研究的发展。但是，科学技术的进展，和当时的生产水平分不开。制造实用的具有足够精度的陀螺仪所遇到的各种技术问题，用了整整半个世纪也没有真正解决。直到十九世纪末叶，发明了电机，才使陀螺仪的制造和应用获得迅速发展。而陀螺仪的应用，往往取决于生产斗争的需要和可能。当时的航海以及随后的航空事业的发展迫切需要一种能取代普通磁罗经，在活动的舰船、飞机上准确测定方位的仪器，特别是高纬度地区，而陀螺仪正适应了这种需要。福科第一个提出用陀螺仪代替磁针罗经。此后，德国人休勒进一步发展了陀螺罗经的设计原理。到了一九〇八年，德国的安休兹公司终于做出了第一个航海用的陀螺罗经。大约在这同时，美国人斯派利访问法国期间注意到福科陀螺的应用价值，于是组织了一个专门公司在一九一一年开始了陀螺仪的工业生产。三十年代开始，陀螺仪已广泛用于航空。第二次世界大战末期出现的V—2火箭，在火箭的纵轴方向安装了一个用陀螺做成的积分线加速度表，它可以计算火箭的速度以给发动机发出熄火信号，这是第一个实际使用的惯性制导系统。



图一 具有万向支架的机械陀螺仪

二

陀螺仪表在工作过程中要受到各种干扰力矩的影响，如作用在陀螺上的轴承摩擦力矩、拾取输出信号时的摩擦力矩、由转子质量分布不平衡而产生的力矩，以及机械变形等所引起的力矩。它们都会使陀螺产生漂移，引起不必要的误差。为了提高陀螺仪表的精度，必须设法减少这些干扰力矩。继普通滚动轴承支承的机械陀螺之后出现的许多新型机械陀螺，如气浮陀螺、液浮陀螺、静电悬浮陀螺、磁悬浮陀

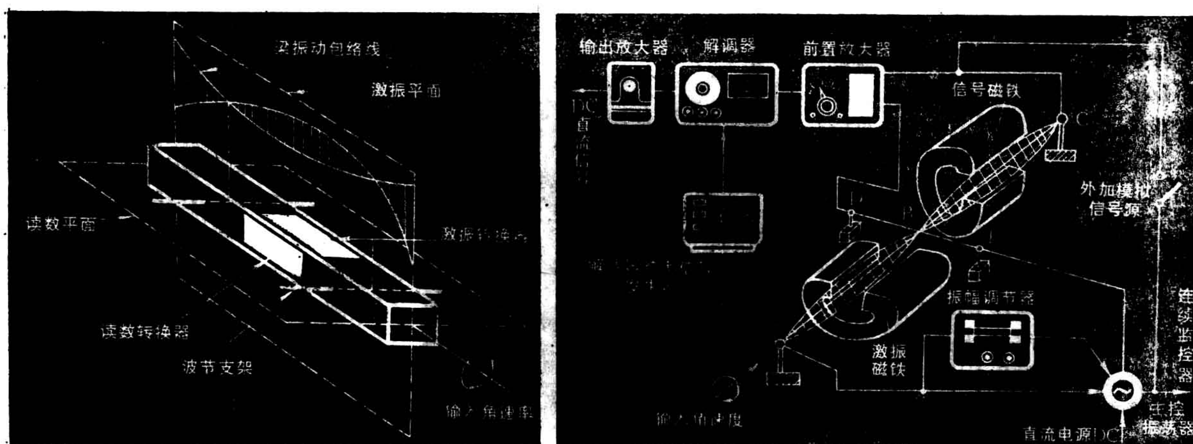
螺等都是适应了减少轴承摩擦力矩的需要；出现的无触点传感器，适应了减少拾取信号时的摩擦力矩的需要；出现的高精度加工技术和新材料，则适应了减少转子质量不平衡和机械变形所引起的力矩的需要。

所有以上这些陀螺仪表，均来源自古典的陀螺概念，都有一个高速旋转的质量，只不过支承方式不同而已。而且为了减小漂移速度，转子又必须保持相当大的动量矩，所以这一类陀螺仪表，都不易微小型化。

为了制造航空所需要的高精度、小型化的陀螺仪，就需要利用新的物理现象，建立新的陀螺概念。第一个新陀螺概念是一项仿生学成就，它是受一个有趣的自然现象的启发而产生的。约在四十年前，博物学家发现：长脚蚊和某些双翅昆虫在翅膀后部对称生长着一对端头稍大的振动臂，飞行过程中它在肌肉的带动下以大约每秒一百五十周的频率振动，感受倾斜、俯仰和偏航信号，从而获得飞行稳定性。在这一自然现象的启发下产生了振动陀螺的概念，即利用振动物体振动平面的方向改变，可以感受角运动。这是对振动陀螺认识过程的第一次飞跃。从一九三七年开始，人们把这个通过实践获得的概念即理性的认识再返回到实践中去，试图做出实用的振动陀螺，这就是要实现对振动陀螺认识过程的更重要的一次飞跃。这是一个艰苦的长期的过程。研究工作经历了多次失败，直到五十年代初才出现了音叉振动陀螺的实验装置。虽然当时看来这种仪器似乎很有前途，但是在企图做出实用的音叉陀螺时却遇到了特殊的困难，如灵敏度低，角度转换器不好设计，难以保持音叉两臂的平衡和振动的对称等。这些困难造成了振动陀螺研究工作的中断。

到了六十年代初，航空和航天技术对高可靠性陀螺仪提出了日益增长的需要，重新开始了对振动陀螺的研究。一九六五年，发现可以利用振动的弦丝做出一种新型的陀螺仪。在这以后经过了四年的努力，终于做出了能实用的振弦角速率感受器件（见图二右图）。它的核心是一根两端绷紧的弦丝（如铍铜合金丝），在其中点十字交叉地绑上另一根张紧的金属丝，交点形成一个振动的波节，它把主弦分成激振段和信号发生段。激振段作为一个晶体管化振荡器电路的一部分，并在它附近放置一个激振磁铁，在信号发生段放置一个信号磁铁，两个永久磁铁极面互相垂直。当振荡器的交变电流流进激振段时，就与激振磁铁的磁场相互作用，使激振段作垂直于极平面的振动，并且诱使信号发生段作平行于信号磁铁极平面的振动。如果器件处于静止状态，则信号发生段的振动不切割磁力线，没有信号输出；如果器件沿弦丝的长轴旋转，由角速度而产生的哥氏加速度将迫使弦丝离开原来的振动平面，从而切割信号磁铁的磁力线而产生输出信号。交流输出信号供给前置放大器，然后利用主控振荡器的输出作为参考进行调制，调制后的直流输出再放大到系统所要求的尺度。把弦丝分成激振段和信号发生段，这是振弦角速率表的一个关键点，因为这个办法克服了早先在研制振弦加速度表时遇到的从非常强的控制信号中拾取低电平输出信号的困难。激振段作为主控振荡器电路的一部分还有这样的好处，由于温度的变化或器件的变形造成弦长的微小改变，都会相应地改变弦丝的电阻，从而改变主控振荡器的输出频率，使弦丝的振动频率保持一定。

几乎就在研究振弦角速率表的同时，振动陀螺的研究工作出现了另外一条不同的途径。人们发现利



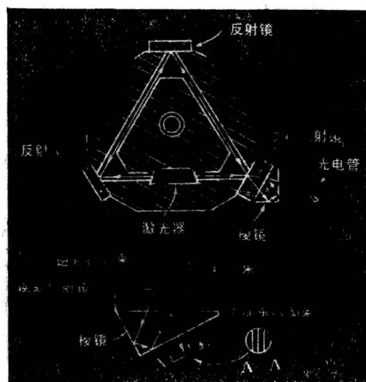
图二　右为振弦角速率陀螺的原理图；左为振动梁角速率陀螺原理图

用压电效应可以圆满地完成振动激发、频率控制和信号拾取的任务，于是做出了一种振动梁角速率表（见图二左图）。这种器件的核心是一根长约六厘米的正方形梁，在距两个端面各一点三厘米处由两根水平销钉固定在支座上。梁的顶面贴上一块压电晶体，并用激励振荡器激励，使梁在基本弯曲振动频率下进行振动。为了保证进行等幅振动，在梁的底面再贴一块反馈控制用压电晶体，以测量振幅并控制振荡器输出信号的大小，反馈晶体还在器件使用过程中提供动力减震；为了拾取信号，在梁的其余两个面上再分别贴上一块压电晶体。当器件沿梁的长轴旋转时，哥氏加速度将迫使梁在与原振动平面成九十度的方向发生位移，与这种位移相联系的应力使拾取信号的压电晶体产生输出信号。这种角速率表差不多与振弦角速率表同时问世，目前在性能指标上也差不多。

振动陀螺由于没有转动部件和支承轴承，因此和古典的陀螺相比较，机械结构极其简单，可靠性方面的限制因素主要是电路而不是机械构件，没有速率测量的上限，速率测量的下限仅受输出信号噪声的限制，功率消耗小，几乎没有滞后时间，直流输出信号可以方便地改编为惯性导航系统的需要。由于微型电路技术的发展，可望将振动陀螺的尺寸缩小到与一个普通真空管相当的水平。

三

一八五二年福科用来显示地球自转运动的实验导致了机械陀螺的问世；六十一年后，另一个与转动问题有关的独特实验开始了又一种新陀螺的孕育过程。一九一三年，萨格纳克利用一个由环状回路形成的光学干涉仪来研究转动对光传播的影响。实验用的外部光源被分为两束，它们都在环状回路中传播，一束顺时针方向，另一束反时针方向，最后会合形成干涉条纹。当实验装置转动时，干涉条纹就发生移动。萨格纳克用面积为八百六十六平方厘米的回路测出了每分钟一百二十转的转速。此后，迈克耳孙和盖耳在一九二五年用原理类似但规模更大的实验来测定地球的转动。他们用光程全长为一英里的环状回路测出了实验所在地每分钟六分之一度的转动。正是这两个实验产生了利用光学干涉仪测量转动角速度的可能性。但是，要用普通热光源做的光学干涉仪测量转动角速度却有根本性的困难。因为普通热光源是非相干的，单色性差，在环状回路中两列反向光束因旋转而产生的相位偏移很难测定，灵敏度太低，结构也太庞大。这个带根本性的困难直到一九六〇年发现激光以后才被突破。激光具有相干性和单色性，即其辐射是齐步的、单频的。如果在环状回路中用激光器产生两列反向旋转光束，那么当装置转动时，两列激光束的光程将发生差异，这一频率差很容易发现和测出，其数值正比于转动角速度，灵敏度较非相干光高好几个数量级。因此，可以利用具有封闭环状振荡回路的激光系统来测量运动物体的转动角速度（见图三）。这就是激光陀螺的原理。激光陀螺没有机械转子和其它运动部件，即没有机械陀螺所固有的摩擦力矩和因质量不平衡而产生的干扰力矩，对角速度的感受相当灵敏；激光陀螺也不象机械陀螺、振动陀螺那样易受磁及温度的影响；激光陀螺能瞬时运动，能在更宽的动态范围内工作。一九六三年，首次在国外实验室内做出了激光陀螺的样机并进行了表演实验。从那以后，激光陀螺的发展十分迅速，目前已达到了在惯性导航系统中推广应用的阶段。



图三　激光陀螺原理图

四

恩格斯说：**“一门科学提出的每一种新见解，都包含着这门科学的术语的革命。”**振动陀螺、激光陀螺的出现，一次又一次地变革了陀螺这个术语的概念。人的认识发展是没有止境的。这两种陀螺的发展还正方兴未艾，我们却又看到下一种新陀螺的苗头。振动陀螺和激光陀螺的发展给人们一种新的启示：可以把要测量的加速度运动信息先转变为装置本身的应力应变或运动尺度的变化，然后再把这些变化转换为电磁场的变化，从而拾取出加速度感受信号。目前，已出现了利用电磁的运动特性直接感受加速度运动信息的研究工作。如果这一努力取得成功，就会出现一种新型的加速度感受器件，它的机械结构十分简单，虽然电路相对复杂，但只要采用电子技术的新成就，它的体积就可以做到与晶体管相当的水平，从而成为常规陀螺加速度表的潜在竞争者。陀螺的发展演变过程，完全符合辩证唯物主义认识论的基本原理，生动地证实了毛主席在《实践论》中提出的英明论断：**“社会实践中的发生、发展和消灭的过程是无穷的，人的认识的发生、发展和消灭的过程也是无穷的。”**



直升飞机为什么会飞

李士土

甲：你不是早就说讲讲有关直升飞机的知识吗，现在就讲讲吧。

乙：你所说的直升飞机，也有人把它叫做直升机。

甲：有人不是把它叫做蜻蜓飞机吗？

乙：那是因为直升机停在地面上时很象一只蜻蜓，长长的尾巴，短短的身躯，细细的腿，伸向两旁的翅膀——狭长而薄的旋翼螺旋桨(简称旋翼，它一般由二至六片狭长的桨叶组成)。当然，不是所有的直升机都是这样的。这种蜻蜓式直升机，只安装一具旋翼，所以叫做单旋翼直升机。此外，还有共轴式双旋翼直升机、横列式双旋翼直升机和纵轴式双旋翼直升机。也有装有三具以上旋翼的多旋翼直升机和利用在旋翼尖部喷气的方式推动旋翼旋转的喷气式直升机等(见图一)。但到目前为止，尚未见到装有五具以上旋翼的直升机。

毛主席教导我们说：“**人们的认识，不论对于自然界方面，对于社会方面，也都是一步又一步地由低级向高级发展，即由浅入深，由片面到更多的方面。**”我们学习直升机的知识也如此，应当先从了解单旋翼直升机入手。

甲：那你先讲讲单旋翼直升机为什么会飞吧。

乙：直升机能够升空，是由于旋翼产生升力的结果。旋翼桨叶的剖面形状和普通飞机的机翼剖面形状基本相似。大家知道，飞机的机翼和空气有相对运动的时候，就会产生升力；同样，当旋翼旋转，和空气有了相对运动，也会产生升力。直升机停放在地面时，旋翼受本身重力作用而下垂(见图二)。

在发动机开车后，旋翼就旋转起来。随着转速的增加，桨叶便慢慢地往上抬起，并且越抬越高。最后形状变得象一个倒立的锥体。

甲：那不就象一把倒立着的雨伞吗？

乙：这个比方很好。旋翼旋转形成的锥体，确实象一把倒立的雨伞。雨伞手柄所指的方向就是旋翼旋转产生的升力的方向。当旋翼转速增加到使升力大于直升机重量(重力)时，直升机就能离地升空了(见图三)。

甲：那就是说，通过调节发动机的转速就能控制升力的大小，从而操纵直升机升降罗。

乙：这种说法是不完全的。直升机升力的大小，不但决定于旋翼的转速，而且决定于旋翼桨叶的安装角(简称桨叶角)。升力是随转速、桨叶角的增大而增大；随转速、桨叶角的减小而减小的。驾驶员可通过操纵桨叶角改变和旋翼转速来控制升力的大小。为了使发动机能有较长的使用寿命，同时又能充分利用它的能力，要求发动机在最有的利转速附近工作，所以，现代直升机都采用改变桨叶角的方法来控制升力的大小。在加大或减小桨叶角的同时，必须开大或关小发动机的节气门(油门)，以保持其转速大体不变。否则，加大桨叶角时发动机转速会下降，反之会上升。因此，桨叶角的操纵必须与油门操纵联动。这个任务是由驾驶舱的座椅左下方的变距—油门操纵杆来完成的。变距—油门杆的操纵杆既与发动机的节气门相连，又与自动倾斜器连接。驾驶员若上提变距—油门杆，自动倾斜器便带动一套连杆摇臂机构，使旋翼桨叶角增大，同时，节气门也开大，发动机功率随之增大，保持转速大体不变，因而，直升机升力增大。若下压变距—油门杆，桨叶角和节气门开度都减小，升力即随之减小。

发动机功率的大小一般是由转动变距—油门杆端部的调节环来控制的。

明白了上述道理，直升机的升降和悬停就好理解了。如果升力大于重力，直升机就上升；相反则下降；相等时直升机即悬停在空中。

甲：喔！原来是这样。

乙：但是，毛主席教导说：“**任**



图　二

何运动形式，其内部都包含着本身特殊的矛盾。”旋翼的工作也如此。根据作用和反作用的原理，旋翼在克服空气阻力而旋转时，空气必然会给它一个大小相等方向相反的反作用力矩，并且通过旋翼传给机身。如果不克服这个反作用力矩，在飞行中，它就会使直升机沿旋翼旋转的反方向不停地“打转”。这样的直升机怎么能飞行呢？

甲：应该想法把这个反作用力矩克服掉。

乙：不知你注意没有，在直升机长长的尾巴端部有一台“小风车”，叫做尾部螺旋桨，简称尾桨。尾桨也是由发动机带动旋转的。它和普通飞机的螺旋桨一样，旋转后就会产生拉力。这个拉力对机身重心构成一个力矩，它与旋翼旋转所引起的反作用力矩方向相反，是用来抵消反作用力矩的，常称尾桨力矩。当它和反作用力矩大小相等时，直升机就不会“打转”了，（见图四）。

驾驶员操纵两个脚蹬还可改变尾桨力矩的大小，从而使直升机转弯。蹬出左脚蹬，机头向左偏转；蹬出右脚蹬，机头向右偏转。

甲：为什么蹬脚蹬会改变尾桨力矩的大小呢？

乙：因为尾桨力矩的大小决定于尾桨拉力的大小，与旋翼旋转产生升力大小的理由一样，尾桨拉力大小也是由尾桨转速和桨叶角的大小决定的。直升机上的脚蹬是专门操纵尾桨桨叶角的大小的。对于左旋旋翼（仰视逆时针向旋转的旋翼）的直升机来说，蹬出右脚蹬，尾桨桨叶角增大（也就是变大距），其拉力相应增大，尾桨力矩大于反作用力矩，于是机头向右偏转；相反，蹬出左脚蹬，机头就向左偏转。直升机尾桨桨叶角的变化范围较大，有的可在负几度到正十几度范围内变化。桨叶角由正变负时，其拉力的方向也随之改变。

为了适应人的习惯，不论直升机旋翼的转向如何，它在结构上都保证了蹬左脚蹬，机头向左转，蹬右脚蹬，机头向右转。

甲：怎样使直升机前飞呢？

乙：人们用绳子拖东西的时候，不是垂直向上提，而是斜着向前拉。因为，垂直向上提只能使物体离地上升，不能使物体沿地面运动。斜拉物体就好象将一个垂直向上的力倾斜，这个倾斜的力可分解为一个垂直向上的力和一个水平的沿倾斜方向的力，物体沿地面运动就是这个水平方向上的力作用的结果。同样，要直升机前飞，只要使旋翼旋转所产生的升力T向前倾斜即可。此时升力T可分解成一个垂直的力T_1和一个水平的力T_2。如图五所示。其中T_1用于平衡直升机的重量，T_2就是直升机前飞的动力。

甲：怎样使升力前倾呢？

乙：这个任务是依靠直升机上的自动倾斜器来完成的。在驾驶员座椅前有一驾驶杆，如果前推驾驶

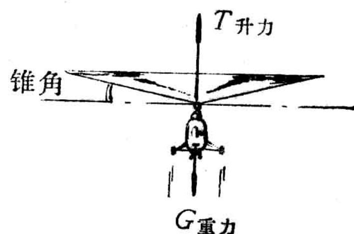


图　三

杆，经过一套连杆摇臂机构的作用，自动倾斜器就会前倾，从而使直升机旋翼锥体前倾，而获得前飞的动力；如果后拉驾驶杆，就能使旋翼锥体后倾而使直升机获得后退的动力；如果向左、右压杆，就能使直升机获得向左、右侧飞的动力。总之，在飞行中，驾驶员向哪个方向移动驾驶杆，直升机就能向哪个方向飞行。驾驶杆移动量愈大，自动倾斜器倾斜愈厉害，获得的运动分力也就愈大，飞行的速度也就愈快。

甲：这可太好啦！想不到直升机还有这些本领。

乙：直升机虽有向左、向右、向后或向任意方向飞行的本领，但它仍以前飞为主。其它方向的飞行是有限制的。这正如汽车既能前进也能后退，但仍以前进为主一样。

在这里，值得注意的是，不管直升机向哪个方向飞行，旋翼都会出现一个不对称鼓风的现象。由于不对称鼓风会造成升力的不对称，它对直升机重心构成的力矩会迫使直升机倾覆。所以，必须避免旋翼的不对称鼓风现象。

甲：不对称鼓风？

乙：现在，我们就以前飞为例

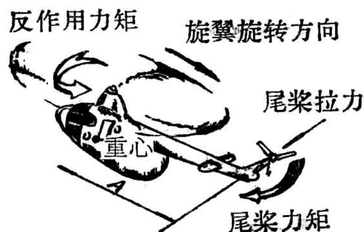


图　四

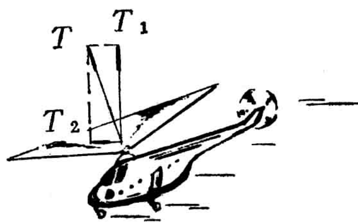


图　五

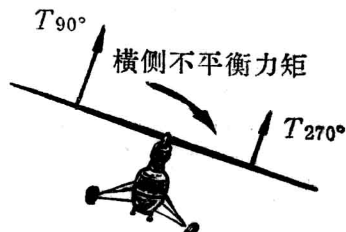


图　七

来说明这个问题。直升机在空中悬停时，旋翼的桨叶和空气的相对速度在任何位置都是相同的，所以桨叶在任何位置产生的升力相等。

当直升机由悬停变为前飞时，桨叶在各个不同位置和空气的相对运动速度就不一样了。假设直升机前飞的速度是每秒五十米，旋翼旋转时桨叶端部的速度是每秒两百米，那么，在90°处，桨叶端部的速度为两速度之和，即每秒二百五十米；在270°处，桨叶端部的速度为两速度之差，即每秒一百五十米；在0°和180°处的情况与悬停时基本一样。由于直升机左右两边的桨叶和空气的相对速度不等，所以产生的升力也就不等，90°处的升力大于270°处的升力。如图六所示。另外，在270°处附近，桨叶根部的速度小于前飞的速度，所以，相对气流不是从桨叶前缘流向后缘，而是从桨叶后缘流向前缘。我们称它为返流现象。产生这种现象的区域称为返流区。由于返流区的存在，更加减小了桨叶在270°处产生的升力。这样，在直升机左右两边就形成了升力差，它对其重心构成一个横侧不平衡力矩。如图七所示。如不消除它，直升机就有倾覆的危险。

甲：怎样把这个横侧不平衡力矩克服呢？

乙：伟大领袖毛主席指出：**"任何矛盾不但应当解决，也是完全可以解决的。"** 人们从实践中知道，消除横侧不平衡力矩的有效方法之一，就是在桨叶和旋翼轴之间采用水平铰（或叫挥舞铰）连接。桨叶能够绕着它在一定角度范围内上下转动（或称挥舞）。

当直升机前飞时，由于不对称鼓风，桨叶会绕水平铰上下挥舞。在90°处，桨叶与气流的相对速度大，升力大，桨叶会向上挥舞，在270°处，相对速度小，升力小，桨叶会向下挥舞，这样就能减小升力的不对称现象。桨叶每旋转一周，其挥舞角度将从小到大和从大到小周期地改变一次，这种有规律变化的挥舞称为"周期挥舞"。当直升机在垂直运动或悬停状态时，由于桨叶产生的升力在不同位置都一样，因此，每片桨叶在不同位置的挥舞情况应该一样，这样的挥舞，称为"均匀挥舞"。

甲：为什么桨叶在90°处向上挥舞、在270°处向下挥舞就能减小升力的不对称现象呢？

乙：恩格斯指出：**"事物是互相作用着的"**。前飞时，由于桨叶要作

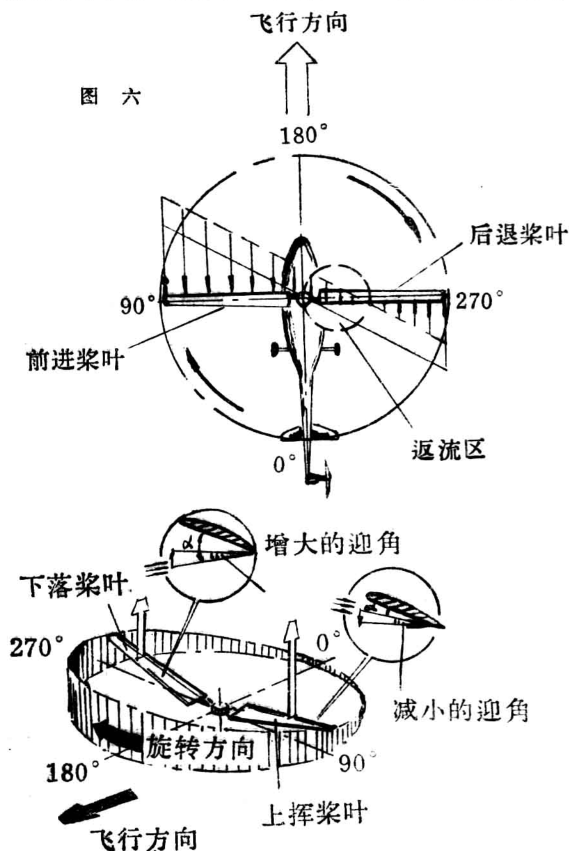


图 六

图 八

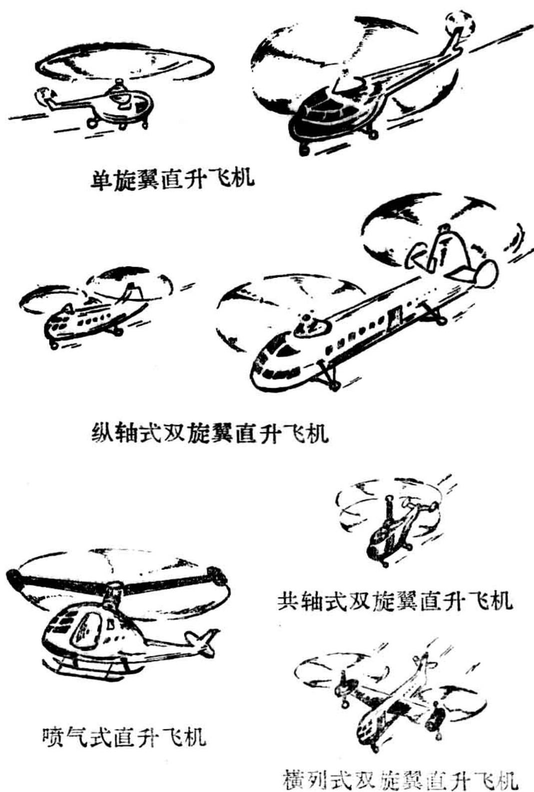


图 一
各种型式的直升飞机

周期挥舞，这就引起了桨叶迎角的变化。所谓迎角就是翼弦和相对气流间的夹角。我们知道，迎角和升力有着非常密切的关系：迎角大，升力就大；迎角小，升力就小。采用了水平铰连接后，在90°处由于桨叶上挥使迎角减小，升力变小，在270°处由于桨叶下挥使迎角增大，升力变大。这样就好象装了一个自动调节器一样调节了升力的大小，使升力不对称程度大大减弱，做到了基本上消除横侧不平衡力矩。桨叶作周期挥舞和迎角改变情况如图八所示。由于桨叶旋转的惯性等作用，所以桨叶上挥最大位置大约在200°～210°处，下挥最大位置大约在20°～30°处。

直升机上采用水平铰连接，除为了消除升力不对称造成的不平衡力矩外，另外也是为了减少桨叶根部的弯矩，这对结构强度是十分有利的。

在直升机发展初期，由于没有旋翼不对称鼓风的实践经验，最初的旋翼机就因为没有采取使旋翼升力平衡的措施而在起飞时倾翻了。

甲：这不正是对林彪和孔老二“生而知之”天才论的一个有力批判吗？

乙：完全对！人的知识和才能是先天就有的还是后天才有的？这是唯心论的先验论和唯物论的反映论斗争的焦点。在这里，我们可以清楚地看出，人的正确思想不是从天上掉下来的，也不是人们头脑里固有的，而是从三大革命实践中得来的。才干才干，才来自干。天下只有“学而知之”的才能，决没有“生而知之”的天才，人们对直升机不对称鼓风引起的不平衡力矩的认识就是如此。

今天就讲到这里，下次再谈。再见！

甲：再见！

题图：王国伦



国际民航组织

国际民航组织，全称国际民用航空组织，是世界各国在国际民用航空方面政府间的机构，总部设在加拿大蒙特利尔。它和“世界卫生组织”、“世界气象组织”、“联合国文教科组织”等一样，是与联合国有关的十五个机构之一。我国政府已经决定自今年二月十五日起参加国际民航组织的活动。下面介绍一下这个组织的由来、机构和活动情况。

中国是国际民航组织的创始成员国之一。一九四四年十二月九日，当时的中国政府参加了“国际民用航空公约”的签字，并于一九四六年二月二十日送存了批准书。一九四九年，中国人民推翻了蒋介石集团的反动统治，建立了中华人民共和国。国际民航组织的合法席位，象联合国及其一切有关机构一样，理应由中国的唯一合法代表——中华人民共和国政府所享有。但由于美帝国主义的无理阻挠，二十多年来，我国的合法权利一直被剥夺，我国的合法席位一直为中国人民所唾弃的政治僵尸蒋介石集团的代表非法窃据。

多年以来，许多友好国家一直为恢复我国在国际民航组织的合法权利，进行了不懈的努力。

一九七一年十月二十五日，联合国第二十六届大会以压倒多数通过了阿尔巴尼亚、阿尔及利亚等二十三国的提案，恢复了我国在联合国的一切合法权利，把蒋介石集团的代表从联合国及其所属一切有关机构中驱逐出去。这是毛主席革命外交路线的胜利，也是第三世界人民的巨大胜利。

在这人心所向、大势所趋的大好形势下，国际民航组织第七十四届理事会在一九七一年十一月十九日举行第十六次会议；刚果人民共和国的代表提出了要求驱逐蒋帮，恢复中华人民共和国代表在国际民航组织中的合法权利的提案。这一提案以压倒多数获得通过。这次表决结果，反映了世界各国人民的正义主张，同时也反映出一两个超级大国把持国际组织，把自己的意志强加于其他国家的作法，越来越没有市场。值得指出的是，苏修过去多年前曾表示要驱蒋支持恢复我在国际民航组织的合法权利，但是在十一月十九日这次决定性的会议上，苏修却临时匆忙地、不加说明地撤销了其多年前驱蒋的提案，这就充分暴露了其两面派的伪善面貌。

国际民航公约

国际民航公约，全称国际民用航空公约，一九四四年十二月七日在美国芝加哥签订，所以又称芝加哥公约。国际民航组织就是根据这个公约，于一九四七年四月四日成立的。凡愿参加国际民航组织的国家，必须先参加芝加哥公约。

国际民航公约的内容有二十二章，九十六条。全文由前言和四个部分组成，另有十六个技术附件。公约和附件不仅涉及对各参加国的国际民航管理、国际民航运输、航空工业和电子工业等方面的技术要求，而且也涉及各有关国家的国防、公安、海关、卫生等部门的工作。

我国参加国际民航组织活动

本刊讯 今年二月十五日，我国外交部长姬鹏飞写信给国际民航组织秘书长阿沙德·柯台特，把我国政府承认一九四四年签订的『国际民用航空公约』，并于一九七四年二月十五日起参加国际民航组织活动的决定通知了他。

国际民航组织是与联合国有关的十五个机构之一。一九七一年联合国第二十六届大会决定把蒋介石集团的代表从联合国及其所属一切专门机构中驱逐出去，恢复我国在联合国的一切合法权利之后，国际民航组织第七十四届理事会举行了第十六次会议，决定继联合国大会的决议之后，从该机构中驱逐蒋帮的代表，恢复我国在国际民航组织中的合法权利。在通过这项决议的当天，国际民航组织致电我国外交部长姬鹏飞，邀请我国参加国际民航组织的活动。

姬鹏飞外长在二月十五日信里同时声明：『一九四九年十月一日，中华人民共和国成立以后，蒋介石集团盗用中国政府名义在《国际民用航空公约》的其他议定书上的签字和批准均属非法无效。』在这封信里，姬外长列出了我国政府决定加入的有关《国际民用航空公约》的一些议定书。

姬鹏飞外长在二月十五日的信里还指出：『根据公约第二章第五条和第九条的规定，为了飞行安全和公共安全的利益，外国民航飞机从事非航班飞行进入我国国境，需要事先向我国政府申请，在得到答复接受后方能进入，并应遵守关于遵循指定的路线和在指定的航站降落的规定。关于第十八章的执行，以不损害我国主权为原则。』

一九七三年十一月，国际民航组织理事会主席华尔特·毕纳吉和该组织对外关系办公室主任约翰·哈奇森，曾应邀前来我国进行访问。姬鹏飞外长和中国民航总局局长马仁辉会见了他们，双方进行了友好的谈话。在谈话中，客人们介绍了国际民航组织的情况。今年四月，国际民航组织秘书长阿沙德·柯台特博士和国际民航组织远东太平洋区办事处主任帕·阿穆尔，应中国民航总局的邀请，前来我国进行了访问。他们在北京同中国民航总局局长马仁辉、副局长沈图商谈了我国参加国际民航组织活动后的有关问题。



公约的四个部分涉及的内容是：一、空中航行；二、国际民航组织；三、国际航空运输；四、其他。

公约的十七个技术附件涉及的内容是：一、人员执照；二、空中规则；三、气象；四、航空地图；五、陆空通讯；六、航空器运行；七、航空器国籍和登记标记；八、航空器的适航性；九、简化手续；十、航空通讯；十一、空中交通服务；十二、搜寻和援救；十三、航空事故调查；十四、机场；十五、航空资料服务；十六、噪音；十七、安全保卫。这些附件规定了国际民用航空的标准和各种规范，以及针对某些问题建议采用的施措。

芝加哥公约从一九四四年签订到一九七一年，随着国际民航形势的发展和民航事业的需要，已经对其中部分条款，进行过七次修改。附件内容和其他技术资料，也不断反复修订。

目前世界五大洲共有一百二十九个国家承认芝加哥公约，参加了国际民航组织。

国际民航组织机构

国际民航组织是世界各国在民航业务方面的国际性政府机构。中国当时作为创始国之一参加成立的这个国际组织，是为了促进国际航空运输的发展，保证国际民用航空的安全，满足各国人民对航空运输的需要，以及保证缔约各国的权利受到尊重，开辟国际航线的机会均等。

这个组织原定每年举行一次成员国代表大会，作为它的最高权力机构。到一九五四年以后，大会改为每三年举行一次。在全体大会上选举该组织的理事会及其主席。今年九月，将在加拿大蒙特利尔召开国际民航组织的第二十一届大会。

国际民航组织的理事会是大会闭幕期间的常设权力机构。理事会由三十个理事国组成。每三年选举一次。理事会选举主席一人，任期三年。

此外，国际民航组织还设有秘书处，是该组织的常设工作机构。秘书处下设航行、航空运输、技术援助、法律、行政服务等五个局，以及非洲、欧洲、远东和太平洋、中东和东非、北美和加勒比海、南美六个地区办事处。

应当指出，由于帝国主义和新老殖民主义对第三世界发展中国家的长期掠夺和剥削，广大亚非拉国家在民航事业方面，尚处于不发达状态，国际民航组织的理事会，长期以来都被那些所谓对民航事业“贡献大”，所谓在国际民航运输方面“居于主要地位”的一两个超级大国和主要资本主义国家所把持，而广大发展中国家只能以地区代表性

在理事会中处于次要地位。这种现状是极不合理的。

国际民航组织的活动

国际民航组织的活动，归纳起来，主要有下列几个方面：

一、推行国际民航技术标准。

国际民航组织通过其航行委员会，统一各成员国民用航空各方面的规定，制定了一系列技术标准、建议采用措施和操作程序。这些规定，通过国际民航公约的技术附件和航行服务程序等出版物予以公布。

为了逐步实行这些标准，国际民航组织又将全世界划为九个地理区域，各地区定期举行区域性航行会议，制定本区域航行设备发展计划，国际民航组织通过它的六个地区办事处或派遣技术小组，到各国去推动这项工作。

各国对这种航行会议比较重视，因为每一国家都在国际通航中需要使用别国的机场和导航设施，也有责任向别国的民航飞机和空勤组提供机场和导航设施的服务。最近在美国召开的亚洲太平洋地区航行会议就是一次这类会议。

二、有关国际航空运输工作。

国际民用航空组织下属一个航空运输委员会，从事国际航空运输的有关工作，如：登记国际通航协定；简化航空运输手续；避免重复保险；收集、综合各国国际客、货、邮运量；统计流向、财务、飞机、和人员的资料，并予以公布；对国际航空运输的各方面和专业航空进行专题研究，并出版资料。

三、安排技术援助工作。

通过联合国发展计划和有关国家的委托或捐赠，国际民航组织为相当多的国家和地区安排技术援助工作。技术援助的内容主要是派遣专家，提供助学金、研究金、培训人员，提供技术设备，建立训练中心，扩建和改善现有设备，建立管理制度等。该组织秘书处下设有一个技术援助局专门负责此项工作。一九七三年接受各类技术援助的国家达七十多个。

四、制订国际航空法律。

这项工作由国际民航组织的另一个常设委员会——法律委员会进行。它负责组织一系列的国际外交会议，通过了一批国际民航公约。近年来，这个组织制定了关于防止劫持飞机和其他不利于民航安全的三项公约，即一九六三年的东京公约、一九七〇年的海牙公约，和一九七一年的蒙特利尔公约。但这些公约并未能制止国际上接连不断发生的这类事件。去年八、九月间、国际民航组织在罗马专门召开了第二十届非常大会和各国外交会议，在会上严厉地谴责了以色列在中东非法破坏民航安全的行为。

五、管理联营的导航设备。

这项工作由国际民航组织的常设委员会之一——联营委员会来进行。它管理设在大西洋、格陵兰和法罗斯、冰岛三个地区的导航台。这些导航台负责对飞行在公海上的民航飞机导航、转送电报、进行援救和提供气象资料。其中大西洋海岸导航台是由船只组成的活动导航台、由各使用国缴纳使用费。

世界各国的事应当由各国人民来管

国际民航这个拥有一百二十九个成员国的国际组织，自一九四七年成立以来，一直为帝国主义国家所控制，为大国的利益服务。它们通过提供民航技术援助、制定国际民航技术标准以及其他活动，对广大第三世界国家进行渗透、操纵和控制；它们把持该组织的各重要部门和重要机构，使得国际民航组织长期以来成为他们在民航事业方面的御用组织。

但是近年来，随着被压迫人民日益觉醒，亚非拉广大地区民族解放运动蓬勃发展，许多国家纷纷独立。在国际政治舞台上，由帝国主义、新老殖民主义主宰世界的日子已经一去不复返了。

在国际民航组织内，第三世界广大发展中的国家，越来越显示出自己的力量。在一九七一年第七十四届理事会的第十六次会议上，刚果等国挫败了美国提案，通过了驱逐蒋帮代表、恢复中华人民共和国合法席位的提案，这是亚非拉国家人民在国际民航组织内取得胜利的一个明证。在该次会议上，发展中国家还挫败了美国代表宣扬的关于国际民航组织只是"纯技术性机构"的论调，取消了南非当局和葡萄牙参加该组织会议和获得该组织文件的权利。在最近举行的第二十届非常大会上，否决了苏美共同提出的关于引渡劫持飞机者的主张。

值得注意的是，从一九五七年起，苏修社会帝国主义开辟大量国际航线，并于一九七〇年参加了国际民航组织。它以航空大国自居，与另一个超级大国既勾结又争夺，妄图在国际民航事业方面争霸世界。但是，世界是全世界人民的，不是一两个超级大国的。大小国家一律平等，一个国家的事要由这个国家的人民来管，全世界的事要由全世界各国人民来管，国际民航组织的事也应当由参加该组织的成员国来共同管理。这是不可抗拒的历史潮流。一两个超级大国妄图干涉别国内政，控制和操纵国际组织，推行强权政治，骑在别人头上发号施令，是行不通的，必然要遭到各国人民的反对。

中国是第三世界的成员，是发展中国家。我国参加国际民航组织以后，将与亚非拉发展中国家一起，共同努力，为反对强权政治，促使各国民用航空事业的发展，发挥应有的作用。

飞机动力的演变

——谈涡轮风扇发动机的发展和七十年代研制的飞机动力

张　文　清

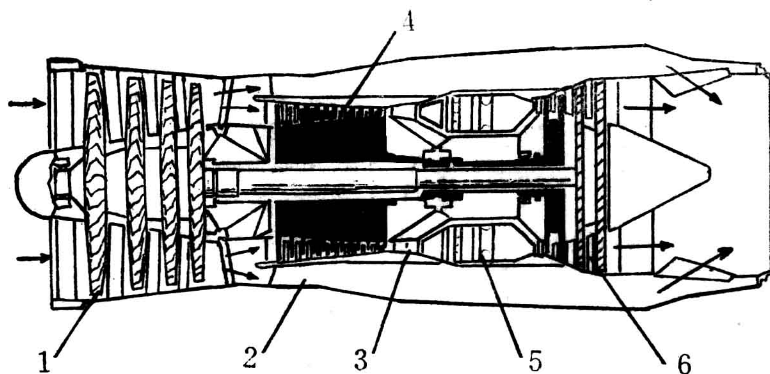
涡轮风扇发动机自六十年代投入航线使用以来，获得迅猛发展，全面突入民用和军用领域，大有取代涡轮喷气发动机之势。不仅六十年代，而且七十年代仍将是涡轮风扇发动机继续发展的时期。

涡轮风扇发动机的特点是加力推力大、经济性好（省油）、推重比大、噪音小。它在航空上的应用，标志着喷气技术的新进展。本文从工作原理、发展过程、七十年代研制的飞机动力的现状来说明……

涡轮风扇发动机的工作原理

涡轮风扇发动机又称为内外函发动机，低速时是一种介于涡轮喷气与涡轮螺桨发动机之间的发动机，高速带加力时又转变成为一种介于涡轮喷气与冲压式发动机之间的发动机。参看图一，冲入进气道的空气分两路流过发动机。一路由风扇向后扇动，从发动机的外函道流过；另一路由风扇压缩后，经过压气机、燃烧室和涡轮、从尾喷管排出，称为内函气流。外函气流量与内函气流量之比称为函道比或流量比，是风扇发动机的重要参数。内、外函气流可以分别排入大气，也可在发动机后部混合后再排入大气。

从构造和工作过程来看，涡轮风扇发动机的内函部分与涡轮喷气发动机基本相似，但是也有差别。在涡轮风扇发动机中，涡轮不仅驱动压气机和附件，而且还带动一级或几级直径比压气机大得多的风扇转动。所以涡轮的级数多，作功量大，吸收了燃气流中的大量能量，从尾喷管排出的气流速度和排气温度就低得多。因而喷气噪音小；燃气流从发动机带走的能量减少很多，降低了能量损失，使发动机的耗油率下降（省油）。



图一　涡轮风扇发动机原理图

1.风扇；　2.外函道；　3.内函道；　4.压气机；　5.燃烧室；　6.涡轮。

从内函排出的喷气速度降低了，推力是否会减少呢？当然，发动机的喷气速度下降，流过发动机的每公斤空气产生的推力确实下降了，但是风扇向后扇动大量空气，好象直径缩小的许多螺旋桨叶在套管内拍打空气一样，将空气压向后方。这样，流过整台发动机的空气流量却大为增加，结果，使发动机产生更大的推力。

六十年代——涡轮风扇发动机的崛起和迅猛发展

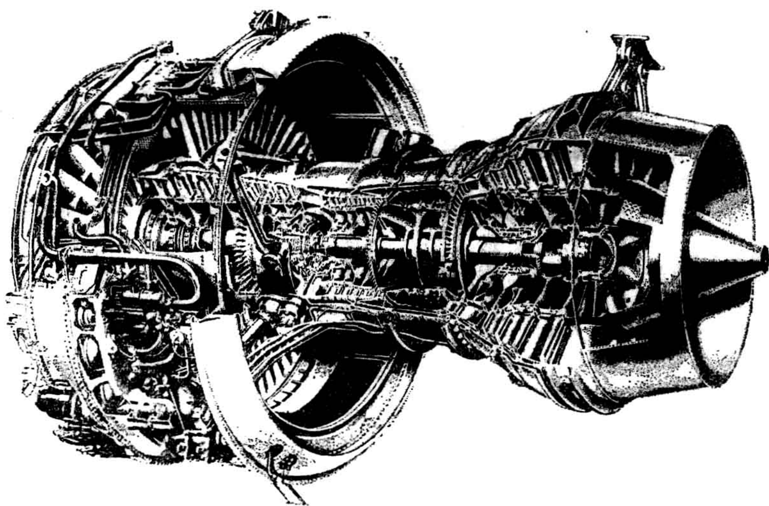
如果说五十年代是涡轮喷气发动机的全盛时期，那么六十年代就是风扇发动机的崛起和迅猛发展时期了，主要表现在以下几个方面：

使用范围由民用扩大到军用　低流量比（0.6～1.5）的涡轮风扇发动机在五十年代末期试制成功后，显示出比涡轮喷气发动机更大的起飞推力、更高的推重比（4.5左右）、小得多的耗油率（0.5～0.7公斤燃油/公斤推力小时），因此，首先被选作民航客机的动力。例如六十年代初期的VC—10、三叉戟等客机，就采用了涡轮风扇发动机作为飞机的动力。这种飞机比装涡轮螺桨发动机的客机飞得快、比装涡轮喷气发动机的客机经济性好得多，而且噪音低，所以一些原来装涡轮喷气发动机的客机也改用了涡轮风扇发

动机作为动力。例如波音707客机原来装四台JT3C涡轮喷气发动机作动力，后来改装了JT3D涡轮风扇发动机作动力。改装之后，虽然动力装置的重量增大了百分之二十，但推力却增大了百分之二十六，耗油率降低了三分之一，噪音也降低了。由于这些显著的优点，因此六十年代中新研制的中型、大型客机，除协和号以外，几乎全都采用了涡轮风扇发动机作动力。

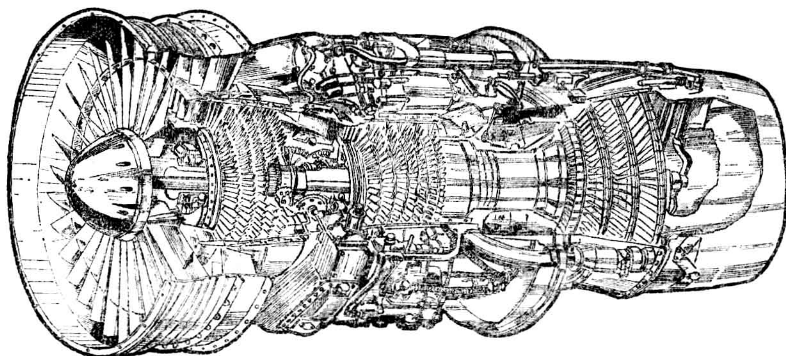
随后，在军用飞机上也开始逐渐采用涡轮风扇发动机作动力。首先用在轰炸机上。

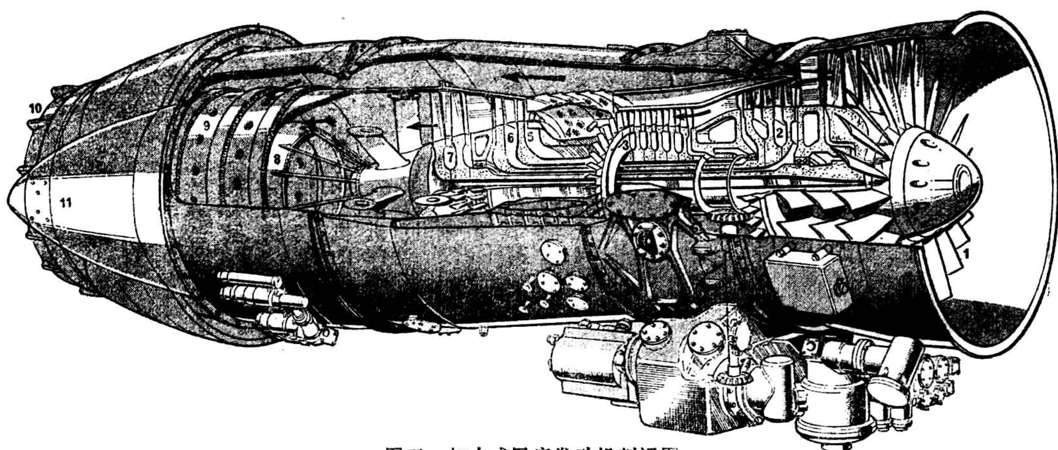
由于有风扇气流流过外函道，所以涡轮风扇发动机的外廓直径较大，增大了飞机的迎风面积，因而使飞机阻力增加；另外，要为涡轮风扇发动机设计制造加力燃烧室，在当时的条件下，还存在着技术上的困难。因此在发展初期，涡轮风扇发动机曾被认为不适宜用在战斗机上。然而，事物的发展是曲折的，随着科学实践的发展，随着在涡轮风扇发动机上喷油补燃加力这一难题被突破，以及由此而出现的加力式涡轮风扇发动机具有亚音速耗油率低、超音速加力推力大等特点，使人们认识到涡轮风扇发动机，特别是加力式涡轮风扇发动机，不仅可作民用飞机的动力，而且可作军用飞机的动力。因为正是这种类型的发动机，能满足当时研制的多用途战斗机提出的战术性能要求，即既能对地实行攻击，又能进行拦截与空中格斗。所以，在六十年代中期以后，一些新研制的超音速战斗机也采用了涡轮风扇发动机作为动力。


图三　函道比为五的涡轮风扇发动机剖视图，其外形前粗后细

加力式涡轮风扇发动机的出现　在涡轮风扇发动机上装加力燃烧室，称为加力式涡轮风扇发动机。这种发动机起飞推力大，加力时推力增加很大，一般在地面可加大推力百分之六十左右；由于涡轮风扇发动机的函道比随飞行速度而增加，因此涡轮风扇发动机在超音速飞行条件下加力时，其推力可成倍地增长，与推力相同（指地面推力）的涡轮喷气发动机相比，其加力推力增长幅度更快。因而它能满足速度范围宽广、航程大的战斗机的要求。因此，六十年代中期研制了一些加力式涡轮风扇发动机：函道比为1.0～1.5，增压比为15～20，涡轮进口温度高于摄氏一千一百度，加力推力约为八千公斤（78.5千牛顿），推重比大于五。用它作飞行M数二以上超音速战斗机的动力，有些已研制成功，投入使用。

性能的突跃——第二代涡轮风扇发动机　美苏两霸为了对外扩张，争霸世界，曾大力发展航程远、运载能力大（达80～120吨）的所谓远程战略轰炸机。另外，资本家为了争夺民航运输方面的垄断地位，也竞相发展运输成本低、运载乘客多（300～500人）的巨型宽机身民航客机，如A—300B空中公共汽车，这种飞机的每人一里的直接使用费，与以前的客机相比，要求降低三分之一左右。为了适应这两类飞机的要求，一九六五年前后，又着手研制了具有“三高”设计参数、推力、耗油率和推重比等性能指标较为先进的第二代涡轮风扇发动机。具体地说，也就是函道比为5～8、增压比大于22、涡轮进口温度高（1150°～1260°C）的“三高”设计


图二　函道比为二的涡轮风扇发动机



图五　加力式风扇发动机剖视图

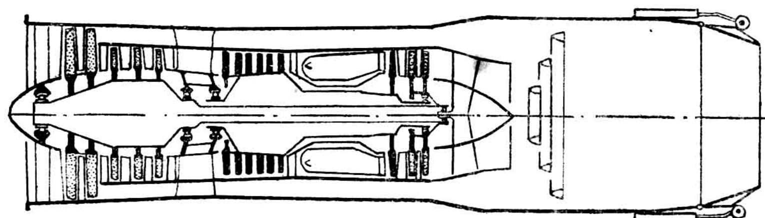
1. 风扇；　2. 中压压气机；　3. 高压压气机；　4. 燃烧室，　5. 6. 7. 高、中、低压涡轮；
8. 加力燃烧室的火焰稳定器；　9. 加力燃烧室；　10. 尾喷管；　11. 反推力装置。

参数，使发动机推力达两万公斤(196.2千牛顿)左右，耗油率降到0.35～0.4公斤燃油/公斤推力小时，推重比约5.5公斤推力/公斤左右。由于函道比很大，因此，这种发动机的风扇直径很大(约2.3～2.5米)，而压气机、燃烧室、涡轮等所在的内函直径较小，形成前粗后细的外形（见图二、图三)。目前，这种第二代的涡轮风扇发动机已有RB 211……等投入使用。

结构设计采用新技术　为了保证实现高性能指标，在六十年代里，涡轮风扇发动机的结构设计上也出现了一些新技术。例如在压气机方面，采用了双转子或三转子的结构、单级增压比较高的跨音速级，设计出具有一定抗振能力的长风扇叶片以及能承受外物撞击的风扇和压气机转子等；在燃烧室方面，大多数都采用了环形燃烧室，有的还采用了气动式或蒸发式喷嘴，使煤油尽可能地完全燃烧，同时缩短燃烧室长度；在涡轮方面，采用了性能更好的高温耐热合金制造涡轮叶片，采用了对流冷却和发散式冷却技术以冷却涡轮叶片；在加力燃烧室方面，采用了对内、外函两股温度不同的气流混合后再喷油补燃的新技术；在尾喷管方面采用了调节板式和气动引射式的可调节尾喷管。此外，在发动机上采用消音器、吸音衬套和反推力装置。由于涡轮风扇发动机的内函构造与涡轮喷气发动机基本相似，所以这些新技术也多适用于涡轮喷气发动机。

七十年代研制的发动机

涡轮喷气、涡轮风扇发动机在经历了上述阶段的迅猛发展之后，积累了丰富的研制、使用经验，使七十年代研制的发动机，在性能上有很大的突跃，以满足各类飞机在当前新水平下对发动机提出的要求。



图四　加力式风扇发动机原理图

战斗机用的发动机　五十年代后期，战斗机追求的性能是速度快，升空高，即飞行M数大于二、飞行高度等于二十公里的指标，这时，全部用加力式涡轮喷气发动机作动力。到了六十年代，则追求速度范围宽广、航程大的多用途性能。这时，大多采用加力式涡轮风扇发动机作为动力。

近年来，从阿拉伯各国反击以色列侵略者的战争，以及印度肢解巴基斯坦的侵略战争中发生的空战来看，战斗机的空战几乎都在一万米以下，飞行速度在M<I的情况下进行。于是提出研制在中空、中速下机动性能良好的、所谓具有“优秀格斗能力”的战斗机。为了满足这类飞机的要求，需要有推重比约等于八的发动机。正在为这类战斗机以及为其他战斗机研制的动力装置中，主要型式是加力式涡轮风扇发动机（见图四、图五）。但是，在研制的这些加力式涡轮风扇发动机中，其中有些发动机的函道比已较六十年代中期研制的加力式涡轮风扇发动机的函道比有所降低，例如M53发动机的函道比为0.4，RB199发动机的函道比则为0.25～0.7，上述加力式涡轮风扇发动机函道比的减小，是当前这种发动机

研制中出现的重大特点之一。看来，加力式涡轮风扇发动机函道比的减小，既可保持这种发动机在加力时具有比涡轮喷气发动机为大的加力推力，又有利于缩小发动机的外廓直径、缩小飞机的机体体积和提高飞机的机动性能。此外，这种发动机的性能指标较之以前的，也有了较大的提高，这表现在保持低的耗油率下提高了推重比，例如F 100发动机的推重比约为8.4，它与六十年代的发动机相比，在同样的体积和重量下，其推力几乎增大了近一倍。

提高这类发动机性能的主要途径是提高涡轮进口温度和压气机单级的增压比。目前，涡轮进口温度达到1200°C～1450°C，比六十年代的军用发动机高100～200°C，这是提高发动机推重比的重要途径。大多数压气机的增压比高于二十，约为21～24，但是压气机级数并没有增加，一般只有10～13级，这样不仅改善了发动机的经济性，而且使发动机的推重比增大。当然，在结构设计上相应作了很多改进。此外，还广泛采用电子计算机对发动机进行调节：采用一些新材料和新工艺等。

超音速客机用的发动机 目前超音速客机还处在研制、试飞阶段，其动力装置的形式为加力式涡轮喷气和加力式涡轮风扇发动机两种。与亚音速客机的发动机相比，超音速客机的发动机有下列两个突出的特点：

1. 装加力燃烧室 主要是为了在短时间内获得强大推力来突破音障。另外，起飞时开加力可以缩短滑跑距离。例如协和号客机起飞时开加力约一分钟；然后在八千米高度上开加力使飞行速度由M=0.9增至M=1.6。

2. 因为超音速飞行时，进气道和尾喷管产生的推力比发动机本身产生的推力大得多（在高速战斗机中也同样存在这个问题），它们的工作对推力有很大影响，因此需仔细设计，并应根据不同的飞行情况进行调节，使进气道、尾喷管与发动机工作相协调。

垂直和短距起落飞机的动力装置 七十年代，这类发动机还在继续发展，它们的名目繁多，型式也多种多样，但大部分还处于试验研究或探讨阶段，只有可转喷口的涡轮风扇发动机装备了猎兔狗飞机。

综上所述，本文通过“漫谈活塞式航空发动机”、“谈涡轮喷气、涡轮螺桨和涡轮轴发动机的发展”、以及“谈涡轮风扇发动机的发展和七十年代研制的飞机动力”等三篇文章，对人类自一九〇三年起实现第一次动力飞行以来的半个多世纪中，所有飞机动力的演变作了一个简要的回顾。遵照伟大领袖毛主席提出的“**建立一支强大的人民空军，保卫祖国，准备战胜侵略者**”这一伟大指示，在一九四九年新中国成立以后，翻身作了国家主人的我国劳动人民，发扬了“**独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国**”的革命精神，向强大的人民空军提供了性能优良的飞机动力与飞机，胜利地保卫了我们伟大的社会主义祖国的神圣领空。与此同时，我国的民航事业也获得了很大的发展。无产阶级文化大革命和批林整风运动以来，航空工业战线的广大职工，认真学习马列主义、毛泽东思想，狠批了刘少奇、林彪的修正主义路线，使革命和生产出现了一派崭新的局面。可以断言，在毛主席革命路线指引下，在批林批孔运动的推动下，通过我国劳动人民的努力奋斗，我国的飞机动力及整个航空工业必将取得日新月异的进步，从一个高度胜利地攀登到另一个新的高度，对人类作出较大的贡献。



为什么飞机在高原和炎热地区不能满载起飞

机场附近的居民，天天看到飞机起飞，习以为常。谁会料到，有些运输机在海拔三、四千米以上，或者在炎热的盆地竟飞不起来。只有卸下运载的货物，减少乘客，才能起飞。为什么呢？这是大气状况在作怪。

我们知道，燃气涡轮发动机是靠吸进周围的空气作功的，因此，它发出的推力大小在很大程度上依赖于周围的大气状况。在不同的大气温度和压力下，发动机产生的推力也不相同。这是因为空气的密度与气压成正比，与气温却成反比。当大气条件变化时，吸进发动机的空气密度就发生变化，即单位时间内流入发动机的空气重量改变，从而影响发动机的推力。

燃气涡轮发动机的推力不仅随飞机的飞行速度和高度而变化，而且机场的条件，如海拔高度、大气温度、压力，是否有雨雪等也对发动机的推力有很大影响，从而影响飞机的使用性能。例如，炎热的南京市，气温可达摄氏四十度，空气密度下降很多，大概会使发动机推力下降百分之二十；又如青藏高原的机场，位于高出海平面四千多米的地带，气压很低，空气稀薄，发动机的推力几乎降低三分之一左右。在这两种情况下，飞机的起飞总推力会大大下降，就不能全载起飞。

在期刊文献、产品目录中登载的发动机推力，均指发动机在标准大气状态下产生的推力。在海平面处大气压力为七百六十毫米汞柱高、大气温度为摄氏十五度时的大气状态称为标准大气状态。（光）


抓飞贼
一九七三年春于福建前线

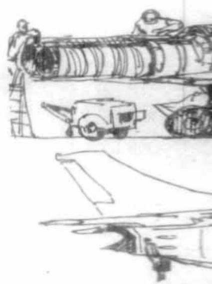
提高警惕 保卫

保証战鹰出航

（地勤生活速写）







祖 国

全力以赴，务歼入侵之敌

吴自寬　攝影



颗颗子弹射向侵略者　海軍航空兵某部高射机槍連，在深入开展批林批孔斗爭中，把对阶級敌人的仇恨凝結在槍口上，苦練杀敌本領，提高軍事技术。

思　义、凌　玲攝影



学习革命样板戏　普及革命样板戏

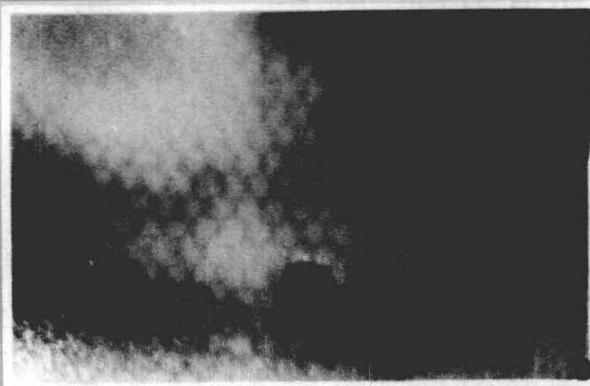
張宗堯　攝影







格子的地方为开胶缺陷。





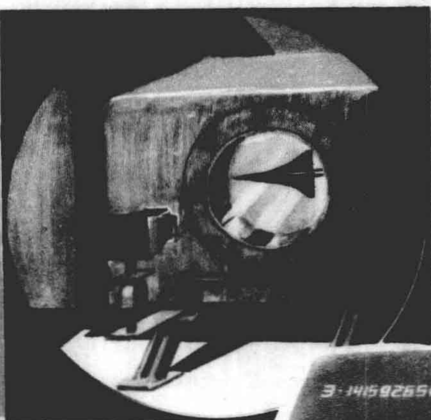


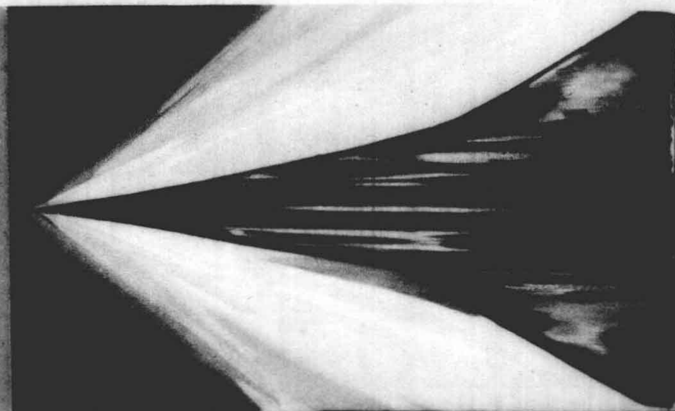


用液晶检查发动机涡轮叶片的裂纹。

液晶的应用

在空气动力试验时，用液晶显示飞机模型上边界层的分布情况。紊流区温度较高呈蓝色，层流区温度较低，则呈橘红色和绿色。







用液晶显示电子计算机的数字

正在研制中的液晶彩色电视屏



用液晶显示的电子钟表

液晶及其在航空中的应用

张 德 万

液晶早在八十多年前就被人们发现了，但开始实际应用只是最近十多年来的事。液晶是一种有机化合物，是介于液体和晶体之间的物质。它在一定的温度范围内既具有液体的流动性，又具有晶体的光学性质。目前，在航空部门中已开始利用液晶进行无损探伤、空气动力学实验、显示等。

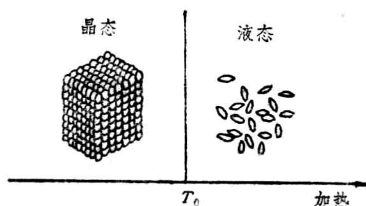
液晶就是液态晶体。什么叫液态晶体呢？为弄清液态晶体的真实含意，首先从普通晶体物质谈起。

方解石、石英石、明矾、食盐、冰等是最常见的普通晶体。这些普通晶体尽管它们各有各的个性，但却具有一定的共性。如晶体物质具有显著的外表特征，无论观察什么晶体，它们的外貌都呈现出规整的几何图案，从晶体物质的结构来理解，就是分子排列整齐并且相对位置不变(有一定结构)。如果我们把任何一种普通晶体加热到一定温度，就会使晶体的分子从原来整齐的排列变成无规则的排列，这时晶体变为液体了。反过来降温冷却，分子又从无规则的排列恢复到原来整齐的排列，再从液体变为固体(见图一)。

从图一可知，普通晶体从固态变为液态温度(T_0)常称为熔点。这种相变常在非常窄的温度范围内发生。就是说任何普通晶体在熔点以下是固态，在熔点以上是液态，固态与液态二者之间界限非常分明，中间不存在其他任何相态。

现在已经发现一些特殊晶体物质在从固态变为液态时，却与上述的普通晶体不同，这些晶体物质在加热熔化时并不是从固态直接变为液态，而是要经过一个或二个中间过渡态(见图二)。

这种过渡态是一种特殊的相态。晶体在过渡态时，由于分子的排列有特定的取向，分子运动也有特殊的规律，从而产生一些奇异的现象，即从表面看来是液体（象水一样可以流)，同时又具有普通晶体的光学性质，如光学各向异性、双折射性、圆二色性等。这种过渡态，人们把它称为液晶态。凡具有液晶态的有机化合物统称为液晶。每种液晶物质都有一定液晶相温度。如果温度高于液晶相温度的上限，液晶就变为无色透明的液体，失去上述的光学性质，称为各向同性的液体；如果温度低于液晶相温度的下限，液晶就变为普通的晶体，失去了流动性。



图一 普通晶体加热到一定温度，就变为液体。

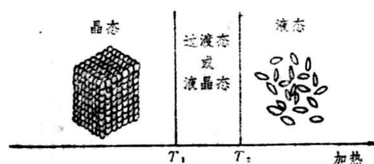
液晶的分类和分子的排列

目前已经知道的液晶物质大约有三千多种。根据液晶态分子的不同排列结构，可以把液晶分成近晶型、向列型和胆甾型三类。

一、近晶型液晶态，它的分子的排列结构如图三所示，以层状排列的，每一层上分子的长轴彼此平行，且垂直于层面。

二、向列型液晶态，它的分子排列结构如图四所示，是由棒状分子所组成。这些分子长轴彼此平行，但不成层。打个比喻，这种分子排列与一个火柴盒中的火柴杆相似，火柴杆在盒中可以滚动和滑动，但始终保持与盒子的长轴平行。

三、胆甾型液晶态，它的分子排列结构如图五所示，其中包含许多分子层。每层分子排列方向相同。这种排列带有近晶型和向列型二者的样子。从分层排列这一点看，它类似近晶型，从每一层内分子长轴大致倾向平行的排列来看，它又类似于向列型。但它又保持了自已独有的特殊性，就是相邻两层分子排



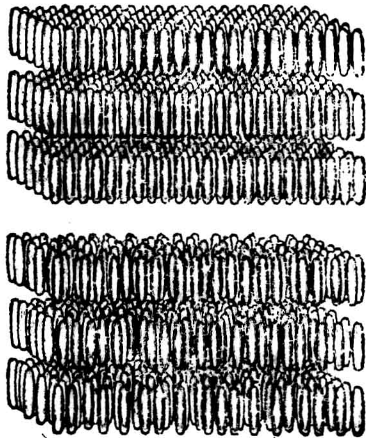
图二 某些特殊晶体在加热溶化时，经过过渡态后变为液态。

列方向约成十五度的夹角。因此多分子层的排列方向就逐渐扭转成螺旋形，当螺丝纹扭转三百六十度时，最外两端的两层间距离就是螺矩（用p表示)。螺距p是胆甾型液晶态的一个主要构型参数，它随外界条件的刺激而改变，从而产生相应的温度效应、蒸汽效应和机械效应。

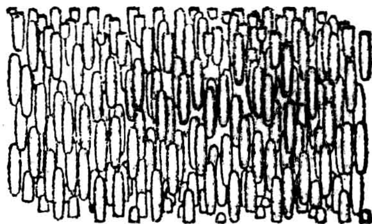
液晶在航空工业中应用得最早，也应用得最广。目前已成功地应用在无损探伤、空气动力学实验和显示等方面。

液晶探伤

液晶探伤是近年来发展起来的一种新的无损探伤法。它是利用胆甾型液晶对于温度的敏感性，以及对有机物的强烈污染作用这两个原理，来判断被检零件缺陷存在与否。这种方法与其他热测试法相比，具有迅速、经济、操作简便、判断直观等优点，因而越来越引起人们的重视。



图三 近晶型液晶态分子排列结构。不论每一层上分子排列整齐（上）还是不整齐（下），分子的长轴都彼此平行，且垂直于层面。



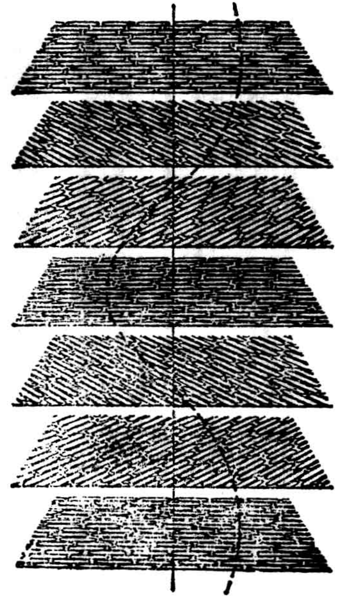
图四 向列型液晶态分子排列结构

胆甾型液晶态对某一定波长的光的散射是有选择性的，这种特性又是与温度有密切联系的。当温度发生微小的变化，胆甾型液晶态的螺距p就会相应地发生改变。每一个不同的 p_i 值，与在可见光范围内某一定波长（λ_i）的光相对应。因此就能看见各种不同的颜色。这种特殊的现象称为胆甾型液晶的温度效应。

用一个热源（如碘钨灯）均匀加热一个物体。如果物体内部有缺陷存在，由于缺陷处的质量、比热、导热与完好处不一样，导致热传导的不均匀，它反应到物体表面，造成表面温度的不均匀分布，置于物体表面的胆甾型液晶膜就能将这种温度的不均匀分布图形转换成可以目视的彩色图象，从而揭示出物体内部的缺陷。

图六中的A和B是两块金属（或非金属）平板，中间用胶C把它们胶接起来，如果AB间有胶接缺陷，则缺陷处的表面温度（T）与完好处的表面温度（T'）就产生了差异，即出现了温度差（$\varDelta t=T-T'$）。如在平板A的表面涂上一层适当的胆甾型液晶混合物，由于胆甾型液晶的温度效应，就把这个温度差通过不同彩色而显示出来。如在有缺陷的地方是一种颜色，没有缺陷的地方则是另一种颜色。通过观察这种彩色差异，就能判断缺陷的位置及其大小。

目前国外已采用上述的原理和方法，对飞机上使用的一些胶接结构，特别是蜂窝结构进行质量检验。在蒙皮厚度为零点五毫米的复合结构上取得了良好的结果。对厚零点五毫米的蒙皮可以确定的最小缺陷是一个内接圆为$\frac{1}{16}$吋的正六边形，对蒙皮厚度为五毫米的复合结构上可确定的最小缺陷为一平方吋。同时对铝蒙皮高温酚醛树酯夹心的蜂窝，钛蒙皮铝夹心蜂窝，钛蒙皮高温酚醛树酯夹心蜂窝，玻璃钢蒙皮玻璃钢夹心蜂窝等进行了成功的研究和试验。用胆甾型液晶检查各种蜂窝的复合结构的胶接缺陷有百分之百的可靠性。



图五 胆甾型液晶态分子排列结构

这种探伤方法目前国内也正在试验和研究，并取得了一定的成果。彩色插页左上图是我们用胆甾型液晶在直升飞机铝蜂窝上测出的微小缺陷。

胆甾型液晶的温度效应还可以用在风洞中进行飞机模型边界层的空气动力学试验（请看彩色插页图）；可以检查飞机座舱防风罩抗热的均匀性；可用于研究金属材料的疲劳、流变和断裂；在医学上还可以用它来诊断癌症，测量微弱体温变化，辨别静脉血管的位置。

液晶化合物是有机化合物，对

于有机溶剂有很大的亲和力，当液晶化合物遇见有机溶剂或有机溶剂的蒸汽时，溶剂或蒸汽能溶解于液晶化合物中，使液晶态发生变化而引起液晶性质的改变。在胆甾型液晶中也会使分子的排列结构发生变化，促使螺距p改变，从而引起散射各种不同的光。这种现象称为胆甾型液晶的污染作用。利用这种作用可以检查材料的表面裂纹。

应用液晶检查表面裂纹的原理，在某些方面与着色探伤法和荧光探伤法相似，都是利用表面裂纹对溶剂的毛细管作用。不同的是这里的显象剂是液晶材料，溶剂是对液晶污染性强的有机溶剂。

选择一种对液晶污染性强、渗透性好、无腐蚀、无毒性的有机溶剂，把它涂在被检零件的表面上，并让它充分渗透到裂纹中去，然后用擦布把表面擦拭干净，而渗透到裂纹中的溶剂却被保留下来。再在表面涂上一层适当的胆甾型液晶混合物。在有裂纹处的液晶层就被保留在裂纹中的溶剂所污染，无裂纹处的液晶却未被污染，被污染的液晶层与未被污染的液晶层显示的颜色有显著的不同。这样就通过液晶的不同颜色把肉眼看不见的表面裂纹清楚地显示出来了。

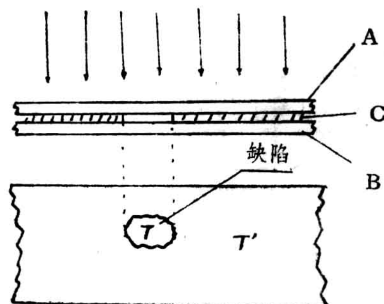
由于胆甾型液晶对有机溶剂非常敏感，因而液晶检查表面裂纹的灵敏度要比着色法和荧光法高。也就是说有些用着色法和荧光法检查不出来的表面裂纹，用液晶可能检查出来。加之，这种方法不受材料的限制，设备简单，操作方便，越来越得到欢迎。特别是在野外，可直接用它来检查飞机上个别零件或关键部位在使用中产生的表面裂纹，不但简单易行，而且准确可靠。例如，可以用液晶检验涡轮叶片的表面有无裂纹（参看彩色插页）。

液晶显示

在显示方面所用的液晶材料，多属于向列型类的液晶。这是因为向列型液晶在外加电场的作用下，会呈现出几种电光效应，可以作为液晶显示的物理基础。其中比较简单而且已经得到实际应用的还只有动态散射模式。下面着重介绍向列型液晶的动态散射模式及其在数字显示中的应用。

把向列型液晶封入两块涂有透明电极（如二氧化锡）的平板玻璃中，做成一个液晶盒（液晶层厚度约为十到十五微米）。电极上不加电压时液晶盒是相当透明的，如在液晶盒的电极上加上电压（如二十到一百伏直流），就可以看到原来透明的液晶盒立即变为乳浊状，象毛玻璃一样，将电源切断后，液晶盒瞬间又恢复透明。这种电光现象称为向列型液晶的动态散射模式。

如果把液晶盒上的透明电极采用光刻的办法，把其中的一块平板玻璃上的透明电极刻成由八划组成的一个阿拉伯字“8”的图案，称为



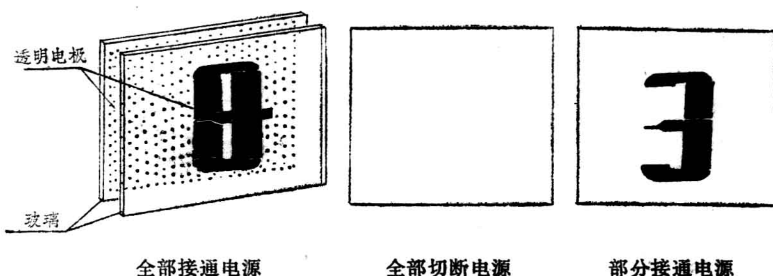
图六　用胆甾型液晶探伤的示意图
A和B是两块金属或非金属平板；
C是胶合平板用的胶。

八段式。在每一划上引出一个电极，并接在记数电路上，通过记数电路选择接通某几划和切断某几划的电源，这个液晶盒就变成了一个数字屏。通过这个数字屏可以显示出从“0”到“9”这十个数字来，见图七。左图为“8”，右图为“3”。

上述显示原理和方法，可以在许多方面得到应用。目前国外市场上已经出现了一些液晶显示仪表，如全电子钟表、台式及怀式电子计算机、数字万用表、以及在汽油泵、计速器、飞机场和体育场上的显示牌、路标等。可见，这种方式的液晶显示正在迅速进入实用阶段。

液晶显示的特点是：一、由于液晶是在电场作用下散射环境光，故其对比度恒定不变，环境光愈强，显示愈清楚；二、耗电量很小（每平方厘米几微瓦）；三、工作电压低（十到四十伏）；四、工艺简便、造价低；五、屏幕大小不受限制。

上面介绍的数字显示，只限于少数有限的文字，由于图形固定，是静止的，不需要电子扫描，所以叫做“静态显示”。关于把液晶用于象电视接收机这类的“动态显示”，以及应用液晶来制作彩色电视机显示屏等，目前国内外也正在进行研究试制。



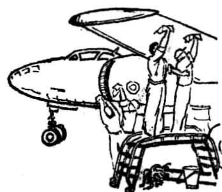
全部接通电源　　全部切断电源　　部分接通电源

图七　液晶数字显示图

20年长空保安全

武汉部队空军某部　曹京柱　周仕生

到去年八月，武汉空军航空兵某团已经连续安全飞行二十年。他们穿云破雾，飞越天险开航道，支援大军进西藏；他们还参加人工降雨，抢险救灾，空投物资，积极支援社会主义建设。二十年来，部队建设不断加强，两次荣立了集体二等功。以下这篇报道，介绍他们是怎样保证安全飞行的。



这个团是新中国诞生后第二个年头组建的，是一支运输机部队。那时，部队的成员大都来自经过战火锻炼的陆军，装备是枪林弹雨中从敌人手中缴获过来的战利品。

虎翼初生，大家决心大，信心足，急于掌握飞行技术，由于缺乏经验，对保证飞行安全没有足够的认识，发生了事故。那正是在支援地面部队进军西藏的时候。那时，有的人对飞行信心不那么足了，想重新扛起步枪去消灭敌人。如何总结经验，继续前进？党委领导正在反复研究这个问题的时候，上级传达了毛主席关于**"建立一支强大的人民空军，保卫祖国，准备战胜侵略者"**的光辉题词。毛主席的号召，象阳光照耀着战士们的心。党委立即组织部队学习领会，使大家认识到：为了对付帝国主义的侵略，巩固国防，必须建立强大的人民空军。大家也体会到，掌握飞行技术，光有热情没有高度的安全观念是不行的。消灭事故，保证飞行安全是巩固提高部队战斗力的一项重大措施。

通过学习毛主席的光辉题词，党委发动群众落实毛主席的指示，订出了保证飞行安全的五年计划，下定决心要摸索出保证飞行安全的规律。有一段时间，飞机容易发生"单发事故"，老团长李向民就和群众一起研究，他以"不入虎穴，焉得虎子"的精神，驾起全载重的飞机，作各种情况下的单发飞行试验，取得第一手材料，然后又组织部队专门训练单发。单发事故的次数减少了，处置单发的能力大大提高了。二十年来，该团曾几次遇到单发事故，都成功地处置了。排除单发事故给了他们一个启示：世上无难事，只怕有心人，飞行安全的规律是可以认识掌握的。

领导有决心，群众有信心。在党委的带领下，许多技术难点被解决了，各方面都取得了一定的经验，积累了资料，实现了第一个安全飞行的五年计划。

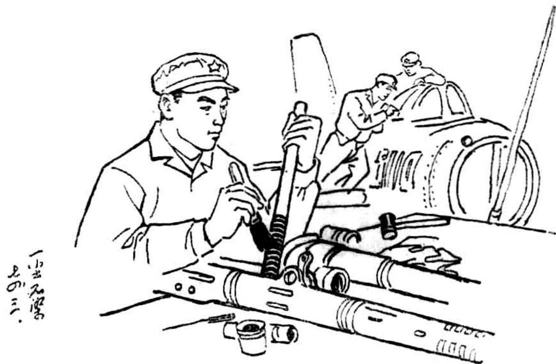
鲜明的目标

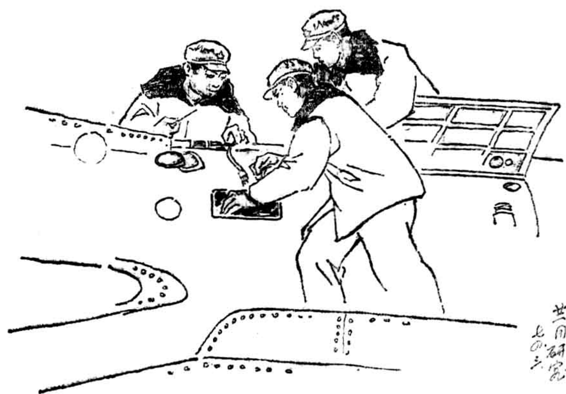
第一个安全飞行五年计划的实现，使这个团的党委懂得一个道理：建设部队，飞行训练首先得从政治方向上抓，这样才能站得高，看得远。要把部队建设好，就要不断使毛主席的题词深入人心。目标明确，思想统一，就能搞好部队建设，保证飞行安全。以后，党委就把学习落实毛主席的题词作为一个基本教育经常抓，使毛主席的指示更加深入人心。

朝着这个鲜明的目标，全团各级领导，各个行业，心往一处想，劲往一处使，到处是友谊支援。一个单位遇到艰巨任务，其他单位都派出最得力的骨干去支援。三伏天，机务大队冒着烈日检修飞机，飞行大队知道了，纷纷去送茶送饭，有的带着水果去慰问。

朝着这个鲜明目标，他们有长远规划。长期以来，他们建立了一支老、中、青结合、又红又专的技术骨干队伍，对保证飞行安全起到了很大作用。

朝着这个鲜明目标，同志们把一切困难踩在脚下。一九六〇年，苏修叛徒集团背信弃义，撕毁合同，在航材上卡我们。面对敌人造成的困难，他们遵





照“**独立自主，自力更生**”的方针，一面改飞机种，保持技术，一面组织筹措小组，依靠我国工人阶级的智慧和力量，试制、试用国产零件。克服了一个个难关，夺得了第九个安全年，被上级荣记集体二等功。

朝着这个鲜明目标，他们方向明，意志坚。他们把毛主席的题词和一系列教导与各种倾向相比较，提高了执行和捍卫毛主席的无产阶级革命路线的自觉性。由于林彪反党集团的破坏，飞行安全受到干扰。团党委就领导广大干部战士，认真学习毛主席的教导，以党的基本路线为纲，坚决贯彻执行毛主席的指示，实事求是，扎扎实实训练部队。他们顶住了干扰，全团那时有××名飞行员达到二号天气标准，××名达到三、四号天气标准，绝大部分老飞行员保持了较高的战术技术水平，机务维护水平也稳步提高，全团安全形势很好。

朝着这个鲜明目标，他们在批林整风运动的推动下，达到了安全飞行二十年的纪录，空军党委又给他们荣记集体二等功。部队党委又和指战员们一起学习毛主席的题词和十大文件，引导大家看阶级斗争的长期复杂，想毛主席的重托期望，查自己的工作差距，决心为夺取安全飞行二十五年而斗争。

稳健的步子

千里之行，始于足下。该团二十年的安全航程是一步一脚走过来的。

一九七二年四月，正是驻地飞行训练的“黄金季节”。当时全团刚搞完一段路线教育，部队情绪高涨，积极准备投入训练。就在这时，有个机械员发现一架飞机起落架裂纹，消息一传开，大家议论纷纷，有的说：“让这一架暂时靠边，抓紧飞其它。”但这一丝裂纹却引起了团党委的重视，他们对全团的飞机进行了普查，结果发现不只一架飞机的起落架有裂纹，立即决定全团停飞。同时结合这件事对大家进行安全教育，使大家认识到：进度问题只能是好中求快，没有质量便没有数量。此后，大家把革命热情与科学态度相结合，全团上下团结一致，经过一个多月的努力工作，消灭了隐患，然后逐架鉴定验收，合格一架放飞一架，使训练稳步前进。

坚实的基础

这个团的党委深深体会到，一个部队能不能保证安全，不只是几个领导干部的事，不是少数人的事，而是全体干部战士的事。他们常说：“只靠少数人干，势必挂一漏万”，“发动千百双手千百只眼睛，就能堵住一切漏洞”。他们的经验始终说明着这样的真理：“**群众是真正的英雄**”。

一次，有个团的干部组织夜间复杂训练，安排了低空、超低空航行练习，有个领航员发现不符合条令规定，马上向领导提出意见，修改了计划。一个夜航训练结束后，机务人员听到飞行人员反映航行灯在空中闪跳了一次，他们立即抓住这一嫌疑，连夜检查十几遍，直到彻底排除隐患才休息。二十年全团共发生一百多次严重事故征候，基本都是由于群众主动把关和正确处置而没有酿成事故。

如今，在深入批林批孔的推动下，这个团群众性安全立功运动更加广泛深入，有力地促进了部队建设和战备工作。

题图：丘成昊　速写：屈建国



反导弹

流　星

反导弹是反弹道导弹的简称，是一种战略防御武器。随着各种类型的洲际弹道导弹的出现和发展，各种战略防御武器，包括反导弹也在逐步发展。本文就反导弹武器系统作简单介绍。

有矛必有盾。矛的出现，促使盾的产生，矛和盾就是在互相促进中发生和发展的。进攻性的导弹核武器的出现，促使防御它的武器的研制。反导弹就是其中的一种。

随着反导弹技术的发展，为突破对方的防御，又不断地改进和提高洲际导弹的性能，在导弹弹头上广泛采用诱饵（又名假目标，如气球、金属丝等）和其他干扰装置，以及多弹头等其他突防技术。

对付来袭击的弹道导弹的武器，从理论上讲，可以采用多种不同的方式，例如：一、用反导弹摧毁来袭的目标（中程或洲际导弹）；二、用超级大炮摧毁来袭的目标；三、用激光武器（光炮）摧毁来袭的目标，等等。这些手段，可以单独使用，也可以同时使用。本文只谈反导弹系统。

反导弹系统的组成

反导弹武器用于摧毁来袭的弹道式导弹（中程和洲际导弹），以保卫某一要地免受敌人的导弹袭击。

反导弹武器系统，一般由预警系统、目标识别系统、地面引导系统、数据处理系统和导弹等部分组成。而导弹本身，又分高、低空拦击导弹。高空拦击导弹，先摧毁远处的真假目标（谓之高空截击），接着，漏入低空的目标，再由低空截击导弹进行拦击（谓之低空截击）。

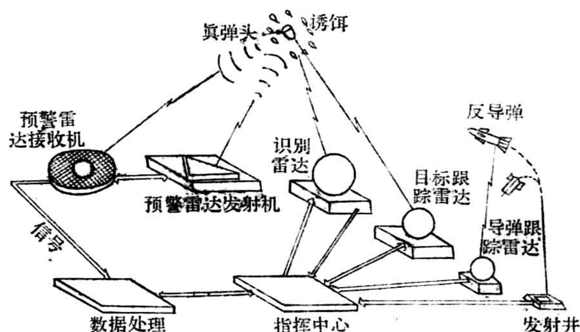
预警系统：发现目标是反导弹武器系统的先决和必要条件，担负这一任务的是“千里眼”——雷达。预警系统，一般配置有远程搜索雷达（预警雷达）和远程跟踪雷达（见图一），以便尽早地发现来袭弹头，提供尽可能多的战斗准备时间。

目标识别系统：所谓识别，就是要从目标群中区别出真假目标。由于弹道导弹采用释放金属箔条、气球等假目标，以掩护真弹头（见图二）。因此，准确地对真假目标进行识别，是反导弹武器系统的主要技术关键之一。识别有多种途径。如一群目标进入大气，通过大气过滤区别目标的轻重、阻力的大小，从而鉴别真假目标，这种识别真假目标的方法叫做大气过滤法。此外，还有其他识别方法。

地面引导系统：反导弹武器必须具有快速而精密的跟踪系统，以便及时、连续而精确地确定目标的位置，并精确地引导和控制反导弹摧毁目标。反导弹是一枚听从指挥的导弹，所以反导弹系统必须配有精密跟踪和引导的雷达。

数据处理系统：对于来袭的高速的洲际导弹弹头，必须及时地把发现和跟踪它的信息送到防空指挥中心，防空中心从捕获目标到完成截击都需要将雷达测得的数据迅速进行计算和处理，从而获得各种指令信息。快速数字计算机是数据处理不可缺少的工具。

图一是反导弹系统各部分组成示意图。

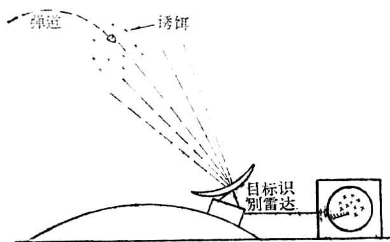


图一　反导弹系统的组成部分示意图

反导弹的设计特点

洲际弹道导弹飞行速度大（7公里/秒左右），全程飞行时间短（约三十分钟），这就对反导弹的设计提出了特殊的要求。若在二千五百公里发现并捕获到一枚射程为一万二千公里的洲际弹道导弹弹头，那么，从发现到弹头着地的时间不过六分钟。要在这么短时间内拦截目标，当然要求反导弹具有极高的加速度和极大的飞行速度。于是，反导弹设计，必须考虑到：

一、推力大、比冲高、高燃速与高质量比（比冲＝发动机推力/秒



图二　弹道导弹释放诱饵示意图

消耗量，质量比＝消耗的燃料重量/总重量，秒消耗量——每秒所消耗的燃料重量）的助推固体火箭发动机（见图三第一级）；

二、高比冲，高质量比的二级推力可控的发动机和能作机动飞行的三级发动机（机动发动机）；

三、高加速飞行时弹体外表面温度达几千度，采用高温涂层及耐高温结构材料问题。

这样才能保证在几秒内使导弹加速到1～3公里/秒，最大加速度达到100g（g＝9.8米/秒^2）以上。

一般说来，用于反导弹的一、二级固体发动机，必须具有加速性快，作用时间短，起动时间快，发射准备时间短，使用维护简便，可靠性高等特点。

目标的机动飞行，又使反导弹还必须具有一定的机动能力。这样才能对付机动飞行的来袭目标。解决这个问题的办法，可将二级导弹改为三级，在第三级上装上一个推力可调节的固体发动机，以改变发动机推力的大小和方向来达到反导弹机动的目的。反导弹的一般结构示意图见图三。

反导弹的简单制导原理

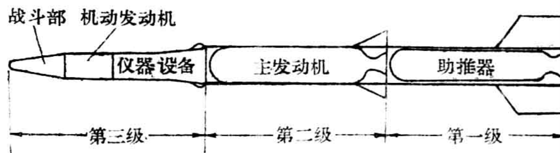
反导弹武器，是一个极为复杂庞大的系统，防御过程可分为预警、识别、跟踪和截击等环节。其简单的程序如下。

当预警系统发现来袭目标，即捕获并跟踪目标时，反导弹部队就处于一等战斗准备。拦截系统的计算机开始工作，计算目标弹道和弹着点，对目标进行分类（弹头、人造卫星、陨石、极光等），并将数据传输给指挥中心。精密跟踪雷达根据预警雷达信息，进行目标跟踪，估算命中点，并进行火力分配。然后发射高空反导弹。根据雷达测得的数据，对导弹和目标的位置进行计算，按一定的导引规律向反导弹发出控制信号，而引向目标。当反导弹达到给定的速度、飞行高度和其他参数后，拦截系统计算装置发出起爆信号，使反导弹战斗部及时爆炸摧毁目标。若目标突破高空反导弹的拦截区，进入大气层时，跟踪雷达对目标继续跟踪，识别真假弹头指挥中心进行火力再分配，发射低空反导弹，按一定的导引规律引向目标，战斗部根据特定信号起爆，以巨大核爆炸威力或其他方式摧毁目标。反导弹拦截过程示意图见图四。

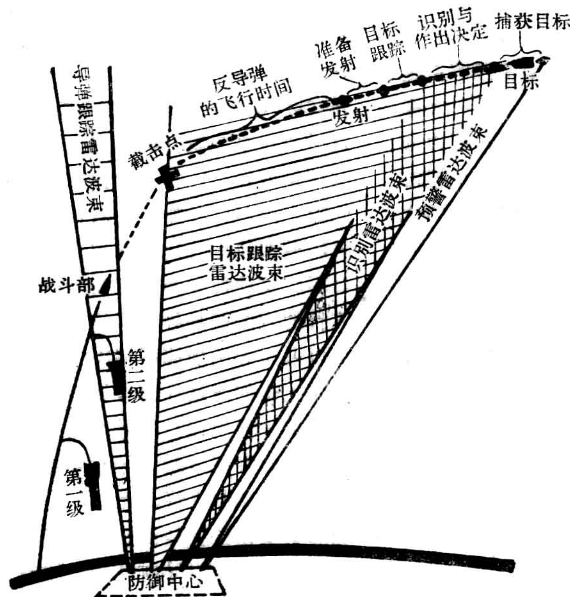
任何事物无不具有两重性。来袭弹头速度如此大，拦截时间如此短（从发现到摧毁目标在几分钟内完成），这是困难的一面。但洲际弹道导弹有一定的弹道，这个弹道是比较容易计算的，只要用雷达测出弹道上两点，就可以确定来袭导弹的位置，通过数学方法，就能精确地计算出弹道、发射位置和弹着点。这是有利的一面。我们就可以从这里面找到一些防御措施。那么反导弹怎样才能迅速而又准确地飞向目标呢？简单的叙述，可以认为选择一条较好的飞行路线，导弹沿着这条路线飞行就能较快接近目标。这条路线的终点，当然不宜选在目标上，因为目标和反导弹两者都在作相对运动，合适的终点，必须选在命中点（即目标与反弹道导弹的遭遇点）。我们把这条快速飞向目标的路线称为“参考轨道”。反导弹在实际飞行中，会受到某些扰动的影响（由于测量误差、导弹制造误差等因素引起的），而使导弹实际飞行路线偏离“参考轨道”，这时测量系统就会测出偏差值，以某种信号发出，指挥导弹回到参考轨道上来。这样，始终使导弹沿着参考轨道快速地飞向目标位置，摧毁目标。这种使导弹沿着“参考轨道”飞行的方法就是导引规律。所以，可以说，导引规律所解决的问题，实质上是如何设计参考轨道问题，即寻求一种规律把导弹准确地导向目标。而实现这些信号的系统，就是导弹的控制系统。因此，控制系统的主要任务就是根据导引信号，把导弹准确地引导向目标。控制系统要有良好的稳定性和快速性，即在各种扰动条件下，保证导弹稳定飞行（不乱滚乱翻），并能按接收到的信号，迅速地通过改变发动机推力的大小和方向准确地控制导弹沿着参考轨道运动。这就是简单的制导原理。

苏美加紧核军备竞赛的又一表现

周总理在“十大”政治报告中指出：“今天，主要是美苏两个超级核大国争霸。它们天天喊裁军，实际上天天在扩军。目的就是争霸世界。”美苏两霸出于争霸世界的目的，在核武器竞赛方面愈演愈烈，不仅疯狂展开对各种新型导弹的研制，同时也在拚命发展反导弹。这是美苏两个超级大国表面上空谈“裁军”、“缓和”，实际上加紧扩军，



图三　反导弹的一般结构示意图



图四　反导弹拦截过程示意图

疯狂进行核军备竞赛的又一表现。

美帝从一九五五年开始研制反导弹。他部署的反弹道导弹防御系统取名为"卫兵"系统。它的基本部分由"斯帕坦"导弹、"斯普林特"导弹、环形雷达、导弹阵地雷达、数据处理系统等组成。

"卫兵"系统还存在一系列问题，如系统的识别能力很差，难于识别真假目标；不能有效拦截多目标及带有多弹头的导弹；雷达抗核爆炸能力很低，易被击毁而失去"眼睛"；以及导弹机动性差，难于对付机动目标等。

苏修反导弹的研制大约在一九五七年开始，近几年加紧了步伐。据外刊报道，到目前为止，共搞了三种类型的反导弹，如高空拦击导弹"橡皮套鞋"就是其中的一种。

美苏尽管都在拚命争夺反导弹武器方面的优势，但是其中许多技术问题并未解决。美帝正在研制一种新型的反导弹，企图使用小型的、多部组成的机动雷达系统和计算机系统，改进导弹性能，从而提高防御能力。同时，采用更多的截击途径。如在400～900公里处大气层外进行拦击，以便在对方导弹释放诱饵或多弹头分导前就将弹头摧毁。或者通过多种途径改进识别技术，提高系统的识别能力，例如发展光--电探测技术，企图解决目前难于解决的识别真假弹头问题。

除了发展反弹道系统，美苏的军备竞赛还扩展到其他的新式拦击武器，如用激光器发出的强光束来摧毁目标的所谓"激光武器"；在卫星上装数枚反导弹拦截目标的所谓"卫星反导弹"系统等。但这些手段还处于探索或试验阶段，还不能作为武器使用。

反导弹武器系统，是一个极其庞大、复杂、造价昂贵的系统。美苏搞了十多年，尽管部分地区作了部署，但并不能认为防御是有效的，许多技术问题尚未得到解决。例如识别真假目标问题，系统可靠性问题，对付多目标及目标机动问题等。

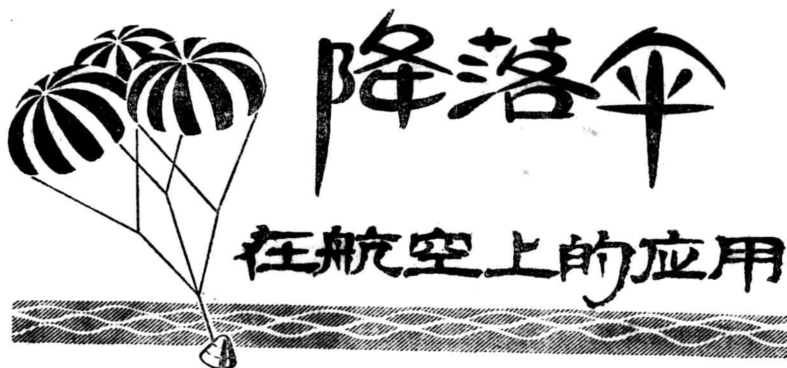
美苏两霸于两年前签署了"关于限制反弹道导弹系统条约"，这是一个大骗局，其用心无非是制造所谓"缓和"的假象，麻痹人民，以掩盖其加紧扩军，争霸世界的目的。事实上，苏美正在加紧扩充核军备的步伐。他们加紧进行地下核试验，大力试验分导式多弹头导弹，不断改进战略武器的质量。

苏美之间愈演愈烈的核军备竞赛进一步告诉人们，两个超级大国炮制的什么这个"协议"、那个"条约"，统统是骗人的东西，骨子里是为了进行更大、更剧烈的争夺。只要帝国主义和社会帝国主义存在一天，这个世界就决不会安宁，就决不会有什么"持久和平"，什么"一代人的和平"。



天体的来龙去脉　上海人民出版社为了适应广大群众学习唯物辩证法的需要，计划编辑一套《自然辩证法丛书》，内容包括自然史话、科学史话、自然辩证法论文、在实践中学习与运用辩证法的经验总结、史料选注和科学家介绍等，将陆续份册出版。《天体的来龙去脉》一书，就是这套丛书中的一种。它以唯物辩证法为指导，通俗地介绍了宇宙空间里天体的起源和演变问题。全书分成四章：一、人们是怎样认识宇宙的？二，恒星从来不恒；三、太阳系日新月异；四，地球万象更新。对于关心空间技术发展的读者，这本书能够丰富他们关于宇宙和天体的知识。全书约七万字，余衡泰著，上海人民出版社今年三月初版，定价两角六分。

自然的启示　本刊今年第五、六、七期，曾连载三篇谈仿生学与航空的文章，现在该文的作者又写成一本关于仿生学方面内容比较详细的普及读物，书名《自然的启示》。书中涉及的技术范围不限于航空，但是也包括了有关航空方面一些有趣的问题。全书约十五万字，王书荣编著，上海人民出版社今年六月初版，定价四角一分。



降落伞在航空上的应用

舟　楫

随着现代航空科学技术的迅速发展，降落伞作为一种稳定减速装置，已经在国防科学技术方面获得愈来愈广泛地应用。它的品种日益增多，技术日趋完善，已经成为航空与航天技术中具有广阔前途的一门专业。

我国早在四千多年前的尧舜时期，就已懂得应用降落伞的原理了。据司马迁著《史记·五帝本纪》记载，远在公元前二二五〇年左右，传说中的虞舜曾根据劳动群众实践，利用两个斗笠从着火的仓廪上跳下来，得以不死。这是人类第一次应用降落伞原理的报导，证明至少在二千多年前，史记的写作时代(西汉，约公元前一〇〇年左右)，我国劳动人民就知道这一原理了。此后，据记载在宫廷仪式中，也有使用降落伞作杂技表演，以招待宾客。说明我国是世界上最早开始掌握降落伞原理的一个国家。正如我们伟大领袖毛主席在《中国革命和中国共产党》一文中所指出的："**在中华民族的开化史上，有素称发达的农业和手工业，有许多伟大的思想家、科学家、发明家、政治家、军事家、文学家和艺术家，有丰富的文化典籍。**"指出了我国古代文化有着光荣的历史和伟大的成就。但是，由于长期的封建统治，帝国主义的侵略以及国民党的反动统治，使我国的降落伞事业一直得不到发展。

解放前，我国的降落伞技术是极其落后的，根本没有降落伞制造业。一九三三年，国民党虽曾开办了伪保险伞研究制造所，但生产根本不能自主。至一九四七年还只能按美国样品仿制一些简单的降落伞，品种极少，产量很低，其金属零件甚至原材料还是美国进口的。

解放二十多年来，在毛主席"**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**"总路线和"**独立自主，自力更生**"方针的指引下，我国降落伞工业从无到有，从小到大，产品品种与日俱增，生产蒸蒸日上，已经建立了独立自主的降落伞制造业，走上了自行设计的道路，基本上满足了国防与科学技术发展的需要。这是毛泽东思想的伟大胜利，是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利。

分类与功用

由于降落伞使用范围广、种类多，分类方法也各不相同。例如，按使用对象来分，有航空兵用伞(救生伞、训练伞、刹车伞等)；空降兵用伞（伞兵伞、备分伞、投物伞等)；防空兵用伞（照明弹伞、伞靶、靶机回收伞等)；新技术配套用伞（宇宙飞行用伞、火箭及导弹回收伞等)；其他用伞(运动伞、表演伞、森林防火救护用伞等)。按降落伞的结构形式来分，有方形、圆形、带条形、导向面形、旋转形等。综合伞的功用及其结构特点，可大致概括为七个类型。

救生伞

救生伞系统（包括稳定减速伞、救生伞等）是当飞机失事时用以拯救飞行员生命的救生工具。

降落伞最初应用于飞行员救生时，在飞机应急情况下，飞行员依靠自己的体力爬出座舱，用手拉方法打开救生伞而着陆。

随着飞机速度的提高，飞机失事时，飞行员已不能单靠自己的体力爬出座舱。因为当速度大于每小时四百公里时，飞行员已难以克服

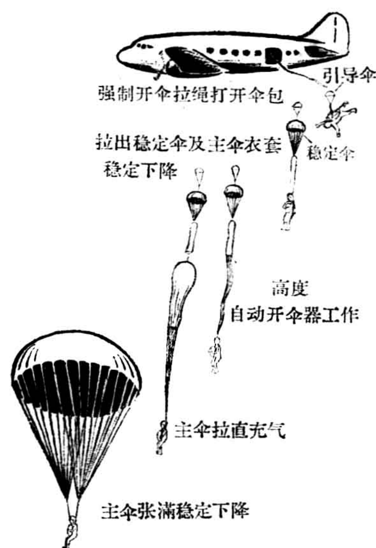


图一　火箭弹射座椅救生程序

迎面阻力而脱离座舱，即便勉强爬出座舱，高速气流很快地将人吹向尾翼，造成人与飞机水平安定面相撞的事故。于是，第二次世界大战以后，在高速飞机上出现了弹射座椅。利用弹射弹的推力，将飞行员连同座椅弹离飞机，并安全越过垂尾，而后人椅自动分离，飞行员即可打开伞安全着陆。

但是，在低空进行弹射救生时，由于高度不够，往往发生救生伞还来不及打开，人就坠地了的事故。一九五八年开始出现了火箭弹射座椅，飞行员可籍助于弹射弹及助推火箭，将飞行员向上弹离飞机数十米甚至一百米以上，首先用稳定减速伞对座椅（连同飞行员）进行稳定减速，而后再人椅分离，打开救生伞着陆。这就是所谓的零高度弹射救生装备，即在地面亦可弹射成功。这一装备的研制成功，大大地提高了低空弹射救生性能。其开伞程序如图一所示。由此可见，随着飞机的发展，救生伞与弹射座椅的关系愈加密切，伞系统在弹射救生装备中的作用越显重要，已成为必不可少的一个组成部份。

救生伞系统的使用特点是：开伞的高度速度范围广，只要飞机发生故障，在其升限与速度范围内，都可能进行跳伞，对伞的安全性能要求高；因为座舱内空间较小，因此要求产品重量轻，包装体积小，在布局上应不影响飞行员操纵；同时，应能携带高空供氧设备、自动开伞器以及海上、寒区、沙漠地区的救生物品等，以达到能在各种条件下救生的目的。



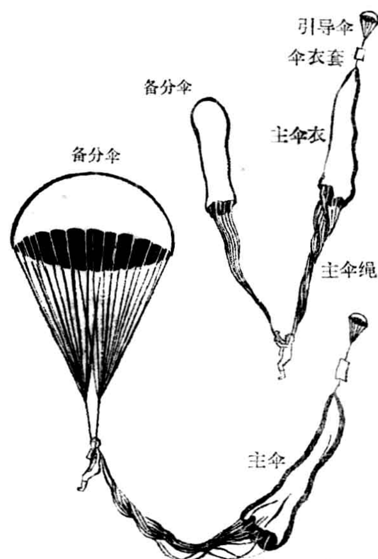
图二 伞兵伞工作程序

伞兵伞

伞兵伞是供空降兵进行跳伞作战和训练时使用。

随着航空事业的发展，空降兵作为一支快速的步兵部队，在现代战争中，已发展成为一个独特的兵种。伞兵伞是空降兵进行伞降的一种手段，它的使用特点是：在短时间内将大量伞兵从飞机上空降到不太大的区域内，并迅速地投入战斗；伞兵跳伞要随身携带一定数量的武器弹药，跳伞重量高达一百二十公斤以上，是人用伞中负荷最大的一种。对伞兵伞的要求是：伞在下降过程中要稳定且有一点水平速度以便于操纵，避免空中伞兵相互碰撞，着陆时可躲开地面障碍物，并使着陆点相对密集；由于负重较大，要求伞本身重量尽量轻，以便可多带武器弹药；伞的强度要高，开伞安全可靠，可供多次使用；着陆速度一般不超过每秒五米，同时配有主伞着陆脱离装置，以防止地面有风时，对伞兵产生拖曳。

伞兵伞一般可分为一级和二级开伞两种方案。一级开伞是伞兵离机后，立即打开主伞下降，直至着陆。二级开伞是当伞兵离机后，先打开稳定减速伞，伞兵乘小伞从高空下降至低空，而后再脱掉小伞打开大伞（主伞）着陆。这多用于高度较高时的空降跳伞，以达到空中暴露时间短及既要密集又不碰撞的要求。其工作程序见图二。



图三 备分伞的工作

备分伞

备分伞是当主伞发生故障时，用以拯救跳伞员生命安全的备分救生工具。是进行跳伞训练与跳伞运动的必备品。

备分伞有的是供伞兵进行伞降与训练跳伞时使用，有的是供飞行员训练弹射跳伞时使用，有的是为跳伞运动员配备的。尽管对象不同，但其使用特点是共同的，主要是当主伞打不开或发生半失效时，才使用备分伞。因此，备分伞实际使用机会不多，但一旦使用就要求十分安全可靠。特别是它一般总是在有主伞干扰的情况下开伞，容易产生与主伞缠绕而不开伞的事故。所以，对备分伞的要求是：开伞安全可靠，尤其一旦当主伞打不开后，往往高度已掉至很低，因此要求备分伞开伞快，在下降速度不太大的情况下，伞衣具有自行拉直的能力，以防止与主伞发生缠绕；因为是备分使用的，故其着陆速度在保证人体安全的前提下可以大些（一般为每秒七点五米），以达到面积紧凑、重量轻、体积小、携带方

便的目的。

图三是表示由于主伞伞绳绞住，伞衣打不开，跳伞员用备分伞安全着陆的情形。

投物伞

投物伞是从飞机上向地面空投各种物资时，用以减小物体着陆（或着水）速度的稳定减速工具。

投物伞的应用范围是相当广泛的。从使用范围来看，有空降兵用的空投军械武器、弹药及运载车辆等的大、中、小型投物伞；有轰炸航空兵用的空投水、鱼雷伞及特种航弹伞；有防空兵用的空投航空照明弹伞及炮兵发射照明弹伞；有空投救灾物品的投物伞等等。从空投重量的范围来看，小则几公斤，大至几十吨。从运载工具来看，又有用歼击机、轰炸机、运输机以及火箭、导弹作运载机进行空投的。由于使用对象不同，其要求也各不相同。但其共同特点与要求是：开伞可靠，结构简单，空投系统（包括空投平台、缓冲装置等）自身重量应力求减轻，体积要小；对于空投重量重、开伞动载大的投物伞，空中一般采取两级或多级开伞，以减小动载；并配有物伞系统着陆自动脱离装置，以防止物体着陆后被风力拉翻或产生拖曳。

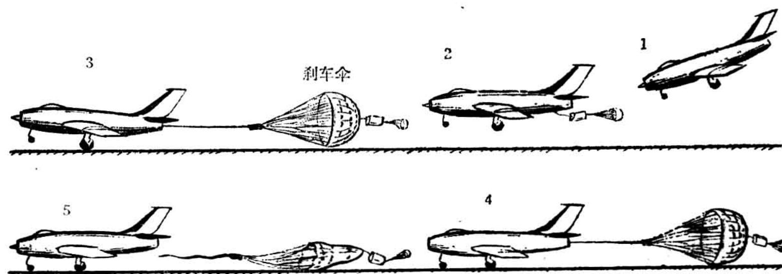
从大型运输机上空投重型武器及车辆的重型投物伞，在第五期上已作过介绍，这里从略。

刹车伞

刹车伞是配合飞机上其他刹车装置，用以缩短飞机着陆滑跑距离的重要减速工具。

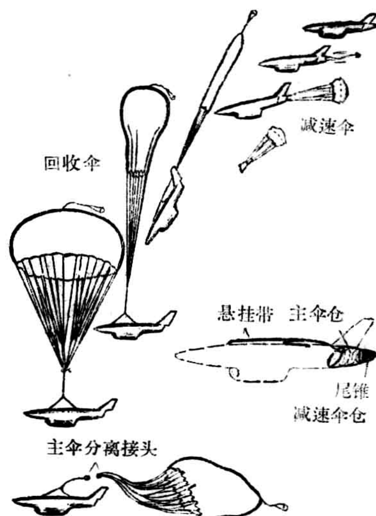
现代歼击机、强击机及轰炸机上，已普遍使用刹车伞。这样，可使飞机着陆滑跑距离缩短百分之三十至四十。刹车伞的使用特点：几乎每个起落都要放伞，经常使用；伞处于发动机热尾流区范围内工作，对耐高温有一定要求。因此，要求刹车伞使用寿命长（一般可达七十至八十次），结构简单，包装简便，便于经常使用维护，并应具有耐高温性能，以适应于规定的工作温度。

刹车伞使用方法有两种。一种是飞机着陆后才放伞，另一种是空中放伞。所谓空中放伞，即是当飞机下滑转成平飞段，离地约零点五至一米高度时，飞行员即按放伞开关，打开伞舱门，首先引导伞充满，并拉出主伞，而后主伞张满起减速作用。空中放伞时，由于飞机提前使用了刹车伞，而且着陆速度较大，因此伞可以发挥较大的减速效果，与飞机着陆后放伞方法相比，可以大大地缩短滑跑距离。其开伞过程如图四所示。要实现空中放伞，刹车伞伞舱一般应采用上伞舱结构，以避免因伞的阻力对飞机产生较大低头力距影响飞行员着陆操纵。



图四　空中放刹车伞工作程序

1.飞机下滑　2.平飞离地 0.5～1 米打开伞包放出引导伞　3.主伞张满
4.前轮接地后刹车伞继续工作　5.当飞机速度很小时，抛掉刹车伞



图五　无人机回收伞工作程序

回收伞

回收伞的功用，是保证被回收的物体在完成空中飞行任务后，安全地返回到地面（或海面），以便检查任务执行情况，收集空中资料以及回收再使用。

随着科学研究事业的发展，回收伞的使用范围越趋广泛。有供高炮、导弹射击打靶训练用的低、中、高速靶机回收伞；有供科学研究及侦察用的无人驾驶飞机回收伞；有探空火箭头部仪器（或试验动物）的回收伞；有为节约试验费用供导弹研制阶段用以回收制导系统、发动机等的回收伞；有宇宙飞行员返回地面的回收伞系统；等等。其共同使用特点是：开伞的速度均较大，不少是在超音速条件下工作，对伞的强度要求高，一般采用多级开伞方案，即主伞分几次开，先开一部分，而后再逐次张大，以减少开伞动载；多数是从高空开伞下降，要求伞的稳定性要好；着陆时都配有缓冲与物伞自动脱离装置，以保证回收物不被震坏或被拖倒。

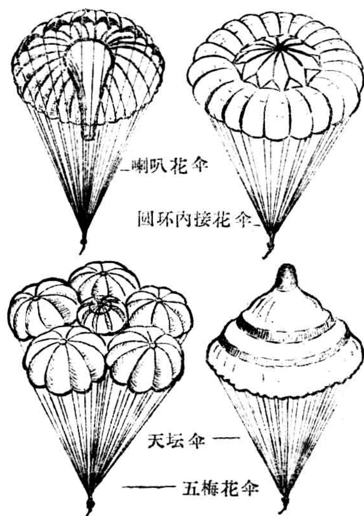
无人驾驶飞机回收伞系统空中工作程序如图五所示。无人机回收时，根据地面指令，打开伞舱盖，

拉出减速伞，经一定时间减速后，减速伞脱离，随即拉出主伞，而后主伞张满，开始稳定下降，直至着陆。着陆瞬间，物伞系统接头自动脱离，无人机得以安全回收。

其他用伞

其他用伞包括运动伞、表演伞、森林救火用伞以及医疗救护用伞等，是供航空跳伞运动与森林救火、医疗救护使用。

跳伞运动是一项受到群众喜爱的航空运动项目，它可以培养人们



图六　几种表演伞

勇敢、顽强、机智、灵活和不畏困难的精神，今后它将进一步的开展与普及。跳伞运动一般开伞速度都不大，其主要特点是空中特技和定点着陆。因此，对运动伞的主要要求是：开伞前，运动伞应力求重量轻、体积小，并与跳伞运动员贴身，应不影响跳伞员的空中自由坠落与做特技动作；开伞后，要有较大的水平运动速度，操纵灵活，以达到定点着陆的目的。表演伞则是根据安全、美观的原则，设计成各种具有民族风格的型式，以供欣尝（如图六所示）。至于森林救火及医疗救护用伞，其要求与伞兵伞基本相同，这里从略。

题图设计：张太昌

武汉市举行中小学航模邀请赛

本刊讯　在批林批孔运动深入发展的大好形势下，为了进一步贯彻毛主席的无产阶级教育方针，丰富广大青少年课余活动内容，占领校外教育阵地，交流开展航空模型活动的经验，促进青少年群众性的体育、科技活动的开展。武汉市青少年宫于今年五月四日举办了中小学航空模型（弹射模型滑翔机）邀请赛有五所中学，六所小学的十六个代表队，共八十名运动员参加了比赛。

各学校的老师和领导都很关心这次比赛。赛前对运动员进行了思想和政治路线方面的教育。大家自己动手，因陋就简，共制作了三百五十架弹射模型飞机。

比赛前，青少年宫开办了以学习弹射模型飞机为主的短期航模训练班，为一些学校开展航模活动培养了骨干。

参加这次比赛的运动员，全部都是新手。刚开始学习弹射时，好多人一放飞就把模型摔坏了，但是他们并不气馁，而是牢记毛主席关于**“实践出真知”**的教导，按照“实践、认识、再实践、再认识”的方向前进。失败了就再学习，模型飞机摔坏了就再做，不断地进行飞行实践。在实践中认真总结经验，终于由完全不会，到逐步地掌握了弹射模型飞机的飞行规律。通过这种亲手制作和试飞的过程，也有助于同学们树立理论和实践紧密相结合的优良学风。这对于学生在德、智、体诸方面生动活泼地、主动地发展，起到了促进作用。

比赛结束时，老航模运动员特意作了精彩的线操纵特技模型飞机表演，受到运动员和中小学生观众的热烈欢迎。

许多学校表示，回去后要继续做好航模遍及活动，把这项有益的课外活动，进一步开展起来。

（武汉市青少年宫）

广州市东山区小学举行航模友谊赛

本刊讯　在批林批孔运动的推动下，为了进一步落实毛主席的无产阶级教育方针，用毛泽东思想占领课余阵地和推动全区小学航模活动的广泛开展，今年四月底，广州市东山区教育局、东山区体委联合举办了广州东山区小学一九七四年航空模型友谊赛。二十九所小学的一百七十六名男女运动员（其中最小的是八岁的二年级学生）参加了这次比赛。比赛项目有一级牵引模型滑翔机和木质弹射模型滑翔机两种。

比赛期间，小运动员发扬了“友谊第一，比赛第二”的良好风格，新老运动员互学互教，互相配合和互相支援。虽然比赛时碰上阴雨天，但比赛的成绩都普遍比以前提高。一级牵引有两名运动员达到满分（两分钟），弹射模型有两名运动员达到一分二十多秒。坚持普及活动的文德北第三小学团体飞行成绩最好。十多所新开展活动和第一次参加比赛的学校，也取得了较满意的成绩。这次比赛体现了广大青少年在毛泽东思想哺育下的茁壮成长，同时对全区小学航空模型活动的开展，对充实少年儿童的课外活动，对培养学生德智体的全面发展起了促进作用。

（广州市东山区少年之家）





前缘缝翼、前缘襟翼和翼刀

本栏解答：王振羽

在本刊第七期刊载的《生物与飞机》一文中，提到飞机的增升装置，如前缘缝翼、前缘襟翼等。有读者问：它们起什么作用？现分别解释如下。

前缘缝翼

前缘缝翼是位于机翼前缘的一种增升装置。典型的前缘缝翼如右下图二所示。当机翼处于大迎角飞行时，机翼上表面的气流，经过前缘后，相当于进入一个扩张的管道，速度逐渐降低，压力逐渐增大，气流处于一个逆压梯度下（即沿气流前进方向的压力越来越大）。在此情况下，若不采取措施，则贴近机翼表面的一层气流，即附面层气流，在空气粘性和逆压梯度的双重影响下，很快丧失前进的能量，在前缘后不远处就形成分离，造成机翼失速。

为了防止和延迟气流在前缘发生分离，就必须设法增强附面层的能量，为此，提出了前缘缝翼。前缘缝翼的原理是这样的：当缝翼从主翼上向前推出一段距离后，在缝翼和主翼之间形成一条缝隙，机翼下表面压力较大的气流，经过缝隙流到上表面。缝隙的设计，保证了气流是贴着上表面流的，因此它与上表面附面层的气流相混合，从而增加了这部分气流的能量，使得能够克服逆压梯度的影响，保持气流"光滑地"流过机翼。由于采用前缘缝翼，防止和延迟了气流在前缓分离，提高了机翼的失速迎角，也就提高了可用的最大升力系数。

前缘襟翼

前缘襟翼也是位于机翼前缘的一种增升装置，其目的和按装前缘缝翼是一样的，都是为了防止气流在前缘发生分离，提高失速迎角，以获得更大的升力系数。但前缘襟翼产生这个作用的原理，与缝翼是完全不同的。

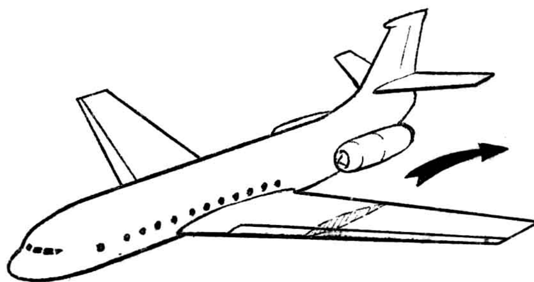
前缘襟翼在高速飞机上比较常用。因为这类飞机为减小阻力，常采用厚度很薄、前缘比较尖锐的翼剖面。但在起飞着陆的大迎角飞行时，这样尖锐的前缘形状，更容易使气流在前缘发生分离，因此就提出前缘襟翼。当前缘襟翼向下偏转后，减小了翼型前缘与相对气流之间的夹角，改善了头部形状，使得气流能够顺利地流过机翼，因而避免了气流在前缘分离，提高了失速迎角（右下图三）。

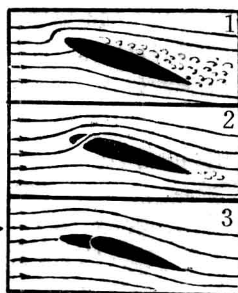
除此以外，偏转前缘襟翼后，使得翼型的弯度增加，根据空气动力学的原理，弯度增加，在同样的迎角下，升力系数将增大。所以，不一定尖前缘机翼才采用前缘襟翼，圆前缘机翼也可采用前缘襟翼，以增加翼剖面的弯度。前缘襟翼应和后缘襟翼配合使用。如果前缘襟翼放下，而后缘襟翼没有放下，那么，弯度虽然稍有增加，但放下前缘襟翼却使翼型有效迎角降低了，很有可能反而降低升力系数。

翼　刀

在本期封面上可以看到，我人民空军那架歼击机的机翼上，有一块竖立的板（见封面照片右下角）。读者或许会问：这是什么？作什么用的？这就是翼刀。在后掠机翼上，机翼上表面附面层内的气流，一般总是有一部分要向翼尖方向流去，这就使翼尖后缘部分的附面层增厚起来。我们知道，附面层内的气流由于空气粘性的作用，能量损失很大。在翼尖后缘附近附面层的增厚，再加上逆压梯度的作用，使气流在该处很容易发生分离，造成"翼尖失速"，升力系数下降，结果严重影响飞机的俯仰稳定性。

为了防止翼尖失速，必须阻止附面层气流向翼尖方向流动，沿相对气流方向设置翼刀，可以达到这个目的。当然，在一个具体机翼上，需要翼刀的数目、大小和位置等，必须经过实验或用计算的方法来确定。





气流流经机翼（剖面）的示意图

1-大迎角对气流在前缘发生分离；　2-由于前缘缝翼的作用，虽然迎角同样大，但气流在前缘并没有发生分离；　3-放下前缘襟翼，也避免了气流在前缘分离。



电子干扰与反干扰

许　耀　昌

在现代战争中，常见的电子干扰有哪一些呢？有哪些反干扰的办法呢？本文对这些问题作一简单的介绍。

六年前，一九六八年八月二十日，苏修社会帝国主义悍然出动了数十万军队，对捷克斯洛伐克发动了闪电式入侵。为了掩人耳目，在入侵之前，苏修先派遣飞机在捷克边境上空撒放大量敷金属屑的气悬体，以掩护其大批机群入侵。由于苏修要的这一花招，捷方以及北大西洋公约组织的大部分雷达受到干扰，当时并没有及时发现苏修机群的侵略意图。美帝国主义侵略越南期间，曾用各种电子干扰设备掩护其机群对越南北方进行的狂轰滥炸，但是在英勇机智的越南军民面前，强盗飞机还是一架接一架被揍了下来。

常见的电子干扰有几种？一般来说电子干扰有两种：即无源干扰和有源干扰。

无源干扰

无源干扰不辐射电磁能，而是投放各种反射体，造成对方雷达虚假的回波信号，或者在飞行器表面涂上吸收电磁波的涂料，使对方雷达回波信号消失或大大减弱。

一、投放金属箔片，形成箔片云（图一）。在入侵时，敌机撒放大量长度不同的箔片（或涂金属的玻璃纤维）。这些箔片被气流冲散开来，杂乱地漂浮于空中，并逐渐向四周扩散、下降，形成箔片云。雷达发射的电磁波被这些箔片强烈地反射回来，从而淹没了飞机的回波信号，使观察员在雷达显示屏上一时难以辨别真假目标。不过，这种干扰不强时，欺骗不了有作战经验的雷达观察员。因为金属箔片从飞机投放，散开，然后形成箔片云总是需要一定的时间，而现代飞机的速度是很快的，只要仔细观察雷达显示屏的回波信号，真假目标还是有可能区别开来。另外，由于箔片在空中停留时间较短，因此产生干扰的时间也不长。

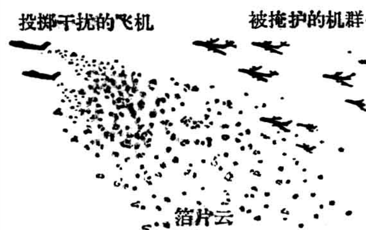
二、喷撒敷金属屑的气悬体，构成空中幕。苏修入侵捷克斯洛伐克时曾采用这种卑劣手法作掩护。敷金属屑的气悬体，在空中漂浮的时间长，虽然肉眼看不见，但却能反射回较强的电磁波，使雷达在较长时间内难于探测到在空中幕后面飞行的机群。

三、施放模拟真目标的诱饵（图二）。大型轰炸机往往装载诱饵，在雷达探测距离以外的地方把诱饵发射出来。诱饵在空中飞行时在雷达显示屏上看来与真目标的回波信号极为相似。在弹道导弹上也可以带有诱饵，以掩护真弹头杀伤目标（参看本刊第三期《弹道导弹》一文图三）。

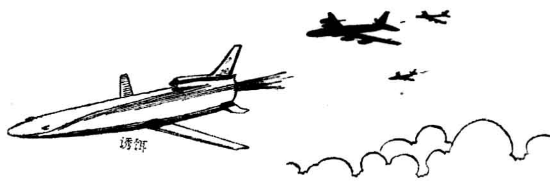
此外，在飞机和其他飞行器表面还可涂上吸收电磁波的隐蔽层。这种方法对一定的频率有效，如果变换雷达的发射频率，其干扰效果即将降低。

有源干扰

有源干扰是敌人入侵时采取的另一种手法，它利用专门的干扰发射机辐射干扰信号，企图扰乱对方电子装备正常工作，或制造虚假信号，混淆视听，使真目标逃脱雷达的搜索。敌人为了进行有源干扰，事先总是用各种电子侦察手段来搜集雷达和其他电子装备的



图一　投放金属箔片，形成箔片云



图二　施放模拟真目标的诱饵

频率、地点和时间。因此，对于敌人的电子间谍活动，必须严防。

有源干扰不外乎三种：一曰阻塞性干扰，即发射宽频带的干扰信号，而且这种信号很强，因此在这个频带内工作的雷达，均受到干扰(图三)。二曰瞄准式干扰，即发射与对方雷达频率相同的干扰信号。此时，频率相同的雷达均受到干扰；不同频率的雷达，则不受干扰。三曰欺骗性干扰(图四)，施放与对方无线电接收设备的接收信号极其类似的干扰信号。

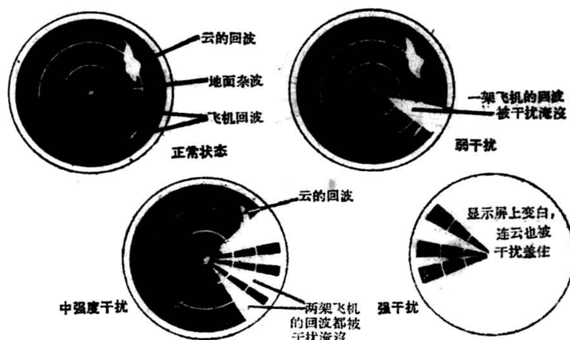
电子反干扰

为了对付电子干扰，可以采取相应的反干扰措施。电子反干扰的任务就是使敌方的电子干扰不能阻碍我方电子装备正常工作，也就是说在受到敌方人为干扰的情况下，能保证我方电子装备始终有效地进行工作。电子反干扰措施很多，下面例举几种。

敌机入侵时，即便它把无线电设备全部关闭，但由于其发动机是个热源，因此在飞行过程中必然有电磁能（红外线）辐射出来，何况它还要施放电子干扰，因此我们可以在两个地点安置红外探测器或其他无源探测装置，对敌机的位置进行测定或跟踪，如图五所示。两个探测器间的距离是已知的，因此只要分别测得目标的方向，即 α_1 和 α_2 二个角度，通过电子计算机根据三角形关系很快就可求出敌机的位置。

迅速改变雷达的工作频率也可有效地对付敌方干扰。以频率捷变雷达为例，这种雷达每一个发射脉冲使用的频率都不一样。发射机把脉冲发射出去，待接收机接收到从目标反射回来的这个脉冲信号后，立即变换频率，并发射下一脉冲。由于变换工作频率的时间间隔很短，约千分之一到万分之一秒，敌方往往来不及转换频率进行干扰。

还有一种叫做脉冲压缩制的雷达也可有效地抑制敌方的人为的干扰。这种雷达发射脉冲宽度很大，在此脉冲宽度内，工作频率是随时间线性变化的；接收到的回波信号经过一个压缩滤波器，压缩成一个窄脉冲，然后显示。一般来说，要对付这种雷达，敌机上的电子干扰设备也要发射脉冲宽度很大，且频率与我方雷达变化一样的脉冲才能起到干扰的效果。



图三　受不同强度干扰时雷达显示屏上的显示情况

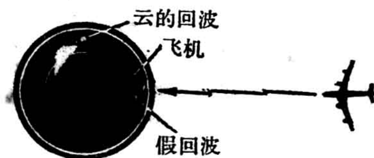
利用动目标显示设备，可以消除象金属箔片一类的无源干扰。飞机的速度快，而箔片在空中运动缓慢。因此，在动目标显示屏上只出现运动较快目标的回波，而固定目标或运动缓慢目标的回波都经过“延时对消”装置消除了。

在目标跟踪雷达中装设“距离门”，能很快地把接收到的距离不同的目标信号和干扰信号区别开来。除经距离门选出的目标信号外，其余回波都不能在显示屏中出现。这样，雷达就能对选定目标进行自动跟踪，而不受干扰影响。对于欺骗干扰，如不采用“距离门”，目标信号与干扰信号在距离上很难区别。

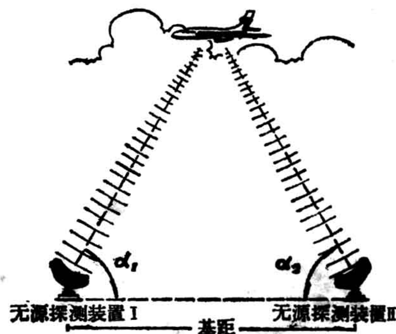
还可以举出许多反干扰的方法，但实践证明，只依靠电子装置还不能完全保证反干扰的成功。人的因素是十分重要的，用毛泽东思想武装起来的、有实践经验的战士，可以利用目标回波信号起伏变化的特征，把目标从干扰信号中分辨出来。在有各种各样的干扰情况下，他能果断地采取有效的反干扰措施，提高雷达的抗干扰能力。

当前，苏美两霸不断发射间谍卫星，派遣间谍飞机、间谍船只侵入别国领空领海，进行间谍侦察活动。其侦察的重点之一，就是窃取对方的电子情报，以便在突然袭击前施放电子干扰。我们必须对此提高警惕，予以严防。守卫祖国海空前哨的我雷达兵，遵循毛主席关于**“全力以赴，务歼入侵之敌”**的指示，常备不懈，苦练杀敌本领。敌机胆敢来侵犯，就休想逃脱我“千里眼”的捕捉。

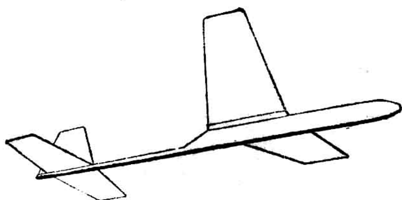
插图：沈亦勋、章振业



图四　欺骗性干扰时假回波与真回波混淆不清



图五　用两个无源探测装置测定敌机的位置



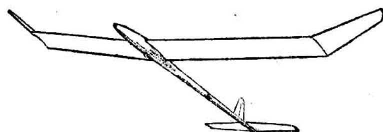
初学者选做哪种模型飞机

黄　左

航空模型的含义很广，凡与航空有关并能做成模型供学习和实验活动的航空器都可算作航空模型。一般可按模型的飞行方式分成三大类：

第一类(自由飞行类)：模型出手后即随风飞行。如纸模型飞机、手掷、弹射（见上图）和牵引模型滑翔机（见图一），橡筋动力模型飞机，活塞式发动机模型飞机。还有模型火箭，模型直升机和室内模型飞机等。

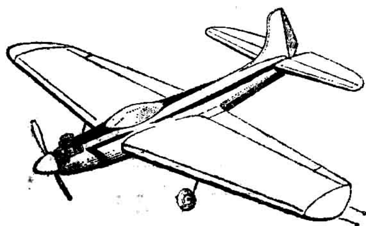
第二类(线操纵类)：模型被人用一或二根长五至二十米左右的线或细钢丝拉住，只能绕着中心作圆周飞行，可以通过“线”去操纵模型飞机（见图二）的升降舵，使模型上升、下降或做其他动作。一般用活塞式或喷气式发动机作为动力。可分为一般练习、特技和竞速等



图一　牵引模型滑翔机

几种。也有不用发动机而用手甩动的简易线操纵。可利用纸模型飞机或其他简易的模型飞机，在左机翼尖部缚一根长二至三米的细线，线的另一头接到长一至二米的竿上。操纵者一面挥动竿一面转圈，模型即被甩起开始绕圈飞行。如采用特种机构或改用两根线和操纵把，也能通过“线”去操纵升降舵使模型上下飞行了。

第三类(无线电操纵类)：在模型内装有无线电操纵接收设备，能按地面无



图二　线操纵特技模型飞机

线电操纵发射设备的讯号使模型的舵面动作，从而使模型（见图三）完成各种飞行动作。一般用活塞式发动机作为动力。平常说的航模靶机，即是这种模型飞机。另有不用动力、靠牵引上升的无线电操纵模型滑翔机和按照直升飞机原理而制作的无线电操纵模型直升机等。

除了上述三大类外，还有一些为特种目的而设计制作的模型和象真模型等。后者是仿照某种真飞机外形并按一定比例缩小而做的供识别和展览用的模型，一般不能飞行，故称作实体飞机模型，也有可以飞行的象真模型飞机。

航空模型的种类很多，有最简单的纸模型飞机，也有复杂的无线电操纵模型飞机。那么，初学者做那一种好呢？

对尚未参加学校航模小组的青少年学生来说，这确是值得事先很好考虑的问题，这里提几点看法供参考。

参加课外航模活动，不仅能丰富青少年学生的课余生活，还能帮助学生更好地掌握和运用课堂上学到的知识，并学到一些课堂上学不到的知识，通过活动还有利于培养青少年们热爱劳动，刻苦钻研，不怕困难的思想作风，促使同学们在德、智、体诸方面全面发展。

对于没有做过任何模型飞机的青少年学生来说，最好先由纸模型飞机开始。纸模型飞机制作简单，材料易找。通过制作、调整和放飞，可以学到不少基本的航空知识和飞行原理。

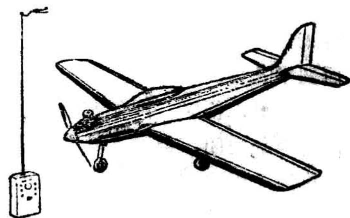
纸模型飞机的一般缺点是容易变形，不易调整好，使飞行性能不稳定。如果用卡片纸或其他合适的纸，可做成弹射模型或用手甩动的纸模型。它们的飞行性能比一般纸模型要好些。弹射模型也可用木片或硬质泡沫塑料片等做成，是值得初学者先学习制作的一种模型。

用手甩动并能通过线去操纵升降舵的简易线操纵模型也是很受初学者欢迎的。这种模型可以用木片或硬泡沫塑料片制作，对材料和制作要求均不太严格，较易飞行，又能操纵它上上下下，是很有趣的。

城郊、农村，有飞行场地。可做杆身牵引模型滑翔机，这种模型飞机的飞行性能要比弹射好得多。如有橡筋条，也可做杆身直升模型或杆身橡筋动力模型飞机。

假如有航模小发动机（最合适的是压燃式1.5至2.5毫升的小发动机），第一架用小发动机的模型飞机以线操纵练习机为最恰当。它比用小发动机的自由飞模型在结构上简单得多，又不需要大场地。如有熟练的辅导力量，也可第一次就做线操纵特技，这种模型较灵活、操纵时稍一不慎就会出事故。通过线操纵可以进一步提高制作技巧，熟悉小发动机的起动与使用，掌握螺旋桨的原理和制作。

无线电操纵模型飞机是很吸引人的，较适宜于学校航模小组集体制作。



图三　无线电操纵模型飞机

它可分成四个主要方面，即：无线电操纵设备、飞机、发动机和操纵技术。其中操纵设备是个关键，最好由对无线电较为熟悉的同志来负责。应该先选单通道的操纵设备，即只能控制一个舵面（一般都是控制方向舵）的设备。对初学者说来，先做无线电操纵模型滑翔机更为合适，它用不到发动机，飞行速度低、容易掌握和积累经验。如有1.5～2.5毫升的小发动机，并已能熟悉使用，也可用来制作单通道操纵模型飞机。当有了一定的调整和操纵经验后，再做多通道的操纵设备就较有把握了。

以上主要是介绍一些情况，不要受此限制。最主要的是根据具体情况和条件而进行。

努力钻研，创造出更多更好的成绩。





降落伞在航空上的应用
伞靶
伞靶由飞机投放
伞上带有曳光弹
和角反射器以供
导弹搜索打靶。
防空兵用伞
空降兵用伞
航空兵用伞
照明弹伞
靶机回收伞
靶机由地面或母机发射
当打靶后由自己携带的
回收伞系统降落到地面
以便靶机能多次使用
靶机
伞兵伞
备分伞
稳定伞
弹射座椅
飞行员救生伞
飞机发生重大事故时
飞行员可用救生设备
应急弹离飞机并利用
救生伞安全降落地面
远航飞机
加油机油管拖曳伞
空中加油机利用小伞
拖曳加油管供远航机
捕获油管自动加油用
飞机着陆刹车伞
高速飞机着陆时
利用放开刹车伞
以缩短滑行距离



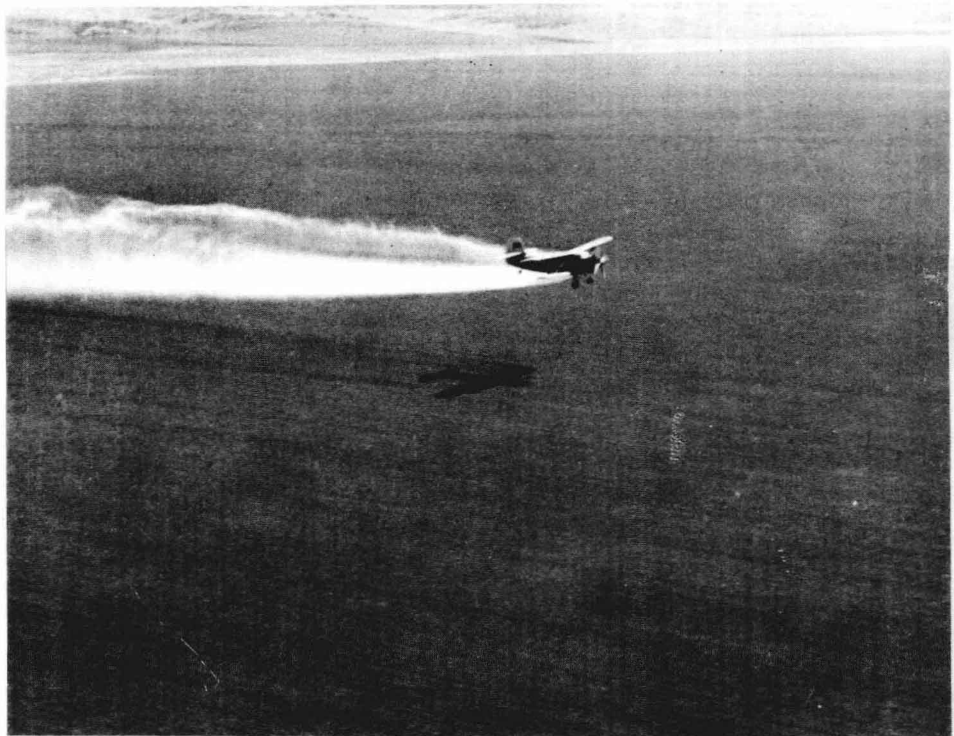
我送战鹰去巡航

航空知识

9



摄·影·新·作



毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

航空知识

一九七四年九月号目录　九月一日出版

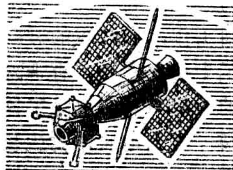
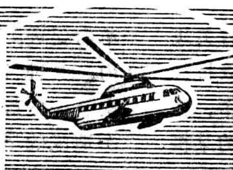
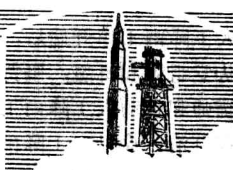
在这一期

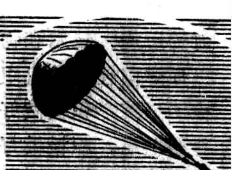
在批林批孔运动的推动下，我国航空部门大力贯彻执行『**抓革命，促生产，促工作，促战备**』的方针，进一步调动了广大群众的革命积极性，促进了革命、生产和各项工作的发展。本期发表的《耕云播雨，人定胜天》等报道，介绍今年以来空军部队派出大量飞机，为部分省、市、自治区的农田和牧区进行人工降雨，受到群众热烈欢迎的情况。

实体飞机模型的制作，是航模爱好者喜爱的一项航模活动。在民兵对空射击训练中，有时也需要制作各种飞机的实体模型。本刊将陆续选登一些各类飞机的实体模型制作图纸，供读者参考。本期先介绍一种喷气式客机的实体飞机模型制作方法和图纸。

不少青少年读者希望了解飞行员需要怎样的体质。从本期起，我们将陆续介绍有关的知识。

编辑　中国航空学会航空知识编辑委员会
出版　航空知识杂志社
地址：北京市学院路
印刷　北京新华印刷厂
北京胶印厂
发行　北京市邮局总发行，全国各地邮局订购
代号：2-410　印数：221,000　定价：0.20元





耕云播雨 人定胜天

蔡 善 武

人民解放军空军部队认真贯彻执行毛主席关于**“备战、备荒、为人民”**的伟大指示，在批林批孔运动推动和鼓舞下，陆续派出大批飞机，为农村人民公社的贫下中农和少数民族牧区的贫下中牧，进行人工降雨，促进了农业和畜牧业生产，受到了群众的热烈欢迎。

空军部队每年夏秋两季都要根据各地区工农业生产和畜牧业生产的需要，有计划地派出大批飞机为人民群众搞人工降雨工作。今年以来，各部队在批林批孔推动和鼓舞下，更积极地做好这项工作，到目前为止，已出动的飞机架次比去年同期有了很大增加。各部队党组织和参加降雨工作的空地勤人员，把搞好人工降雨工作当作落实毛主席**“备战、备荒、为人民”**伟大战略部署的一项光荣任务，积极做好降雨前的思想、技术和物质准备。一些担任降雨任务的机组，在降雨前安排了训练，积极做好技术准备；任务明确后，积极做好调查研究，翻阅沿途飞行资料和作业区的地形、气象资料，绘制各种图表，做好物质准备：初次参加人工降雨的空地勤人员，为了完成好降雨任务，纷纷走访过去搞过人工降雨的老同志，请他们介绍经验和注意事项。通过这些活动，使今年参加人工降雨工作的空地勤人员从思想上、技术上和物质上做好了充分的准备工作，为顺利地完成降雨工作打下了很好的基础。

抓批林批孔 促降雨工作

人工降雨工作开始后，有关飞行部队党组织和机组，坚持以批林批孔统帅和带动人工降雨工作。在内蒙古自治区执行人工降雨的某机组空地勤人员，出发前认真学习毛主席**“备战、备荒、为人民”**的伟大指示，狠批林彪效法孔老二“克己复礼”的滔天罪行，狠批林彪反革命修正主义路线的极右实质。降雨工作开始后，他们听说毛主席、党中央对批林批孔有了新的指示，就积极主动地向地方有关部门借阅文件，及时认真进行传达和学习；执行任务过程中，任务重，时间紧，但是，他们妥善安排了学习和工作，挤出时间认真读马列著作和毛主席著作。在执行任务的二十多天里，由于他们坚持做到抓革命，促生产，因此较好地完成了降雨任务。在黑龙江地区执行人工降雨任务的空地勤人员，在执行任务中坚持开展革命大批判，当他们来到降雨地区后，这里条件差，降雨区域大，困难很多。他们没有被困难吓倒，为了搞好降雨工作，全组同志认真学习毛主席关于实践第一的论述，狠批林彪鼓吹的“上智下愚”和“生而知之”的反动的“天命观”、“天才论”，相信和依靠群众，坚持实践第一的观点，大搞调查研究，树立“人定胜天”的思想，发扬敢想敢干的革命精神。没有经验，他们虚心向兄弟单位学习；人员少，他们就鼓足干劲，一个人顶几个人用；任务重，时间紧，他们就昼夜作业，抓紧一切时间，把党中央和毛主席的关怀送到广大贫下中农中间去。空中机械师张志华一个人负责全机组的机械维护工作，一天跟飞三次，十分疲劳。别人劝他休息，他说：“现在贫下中农急需雨水，人民的困难就是我们的困难，自己累点算不了啥，绝不能辜负广大贫下中农对我们的希望。”由于全机组的同志始终坚持思想领先，用革命促进降雨工作，在短短的时间内，共进行了十七次作业，有十六次获得良好的效果，及时解除了这个地区的旱情，对当地农作物生长起了很大作用。

不怕疲劳　待机唤雨

人工降雨是一项较为复杂的飞行任务。时间性强，连续性大，气候条件要求严格，必须在规定的温度、湿度和云厚的情况下实施。一旦时机一到，条件一成熟，必须立即起飞，赶在带湿空气的云层通过旱区上空之前，抓紧时间多撒些催化剂。只有这样，才能达到降雨的目的。因此，要求参加人工降雨工作的空地勤人员充分发扬连续作战，不怕疲劳的革命精神。某部的几个机组在某地执行人工降雨任务时，空地勤人员为了等待降雨时机，经常吃住在机场，他们常常凌晨太阳没出进机场，晚上摸黑出机场，等了好几天也碰不上一个可降雨的天气。夏日的烈日晒得有的空地勤人员身上脱了一层皮，有的同志因吃不好，休息不好，人也逐渐消瘦了，但是，他们毫无怨言，却豪迈地说："我们是人民的子弟兵，贫下中农的困难就是我们的困难，困难再大也吓不倒我们为贫下中农服务的决心。"很多部队的降雨机组在降雨工作中，想群众所想，急群众所急，不分白天黑夜，那里需要就到那里去战斗。在黑龙江地区搞人工降雨的某机组，一天，他们已经战斗了很长时间了，正准备休息，就在这时突然接到一个县的领导同志来电话说：他们那里正在下毛毛雨，气象条件很适合人工降雨，希望机组马上能到他们那里去作业。这个机组接到电话后，不顾疲劳，马上和地方工作组进行商量，立即飞赴这个县，适时地进行了人工降雨工作，使这个地区喜得了一场大雨。某机组在某少数民族地区执行人工降雨时，听说这个地区一个牧场急需雨水的消息后，迅速起航，战胜重重困难，及时给这个地区实施人工降雨，使这个地区的牧场得到了充足的雨水，解决了这个地区牧草生长缺水的困难。在祖国南方某地执行人工降雨的某机组，了解到当地正是赶播中稻季节，当时机组空地勤人员由北方刚到南方，普遍水土不服，不少人身体不太舒服，但他们仍然坚持战斗，在短时间内进行了十二次作业，十一次成功，为这个地区降下了四亿多万立方米的雨水，保证了中稻插秧和旱稻生长所需的雨水，为当地农业生产作出了积极的贡献。

为人民"越是艰险越向前"

人工降雨时，飞行人员要驾驶着飞机在积云和雷雨中来回反复"耕耘"，不但容易碰到强烈雷电，同时撒下的催化剂，往往使高空中原来带有水蒸气的气流激变成冰雹，有时因结冰中断无线电联络。参加人工降雨的空军各机组的空地勤人员，发扬了敢于战斗，不怕牺牲的革命精神。很多空地勤人员在执行任务中，用革命样板戏中英雄人物作为自己的榜样，"越是艰险越向前"。在某地执行人工降雨的某机组的空地勤人员，为了提高降雨效果，发扬大无畏的革命精神，"明知云区有危险，偏向云区飞"。他们采取"追云降雨，分片播撒，不失时机，连续作战"，同时也注意坚持老老实实的科学态度，确保作业的安全。一次，他们奉命飞赴旱区上空作业，刚一飞临作业区，马上就受到强烈雷电的威胁，飞机颤动、颠簸得很厉害，地勤人员发生呕吐。为了及时解除这个地区的旱情，飞行人员们勇敢机智地驾驶飞机沿着翻滚的浓积云的边缘绕到上方进行作业，这时空中雷电交加，雨雾蒙蒙，稍不注意飞机就要失速停车，发生意外。但是飞行人员毫不畏惧，在机长范顺清带领下，飞行员俞肇述沉着地操纵着飞机，领航员认真观察情况，正确引导航向，指明旱地的位置，通讯员细心调整电台，正确使用机器，搞好地面联络，空中机械师跟观各种仪表，仔细观察发动机工作情况。空勤人员紧密配合，沉着操纵。担负撒催化剂的同志不顾飞机颠簸，不怕头昏呕吐，顽强战斗，将两吨多催化剂及时均匀地撒了下去。由于空地勤人员英勇顽强的战斗，时机抓得紧，降雨效果非常好。据当地气象局的同志反映，这次降雨量达五十多毫米，是这个地区今年降雨量最大的一次。很多机组过去虽然没有搞过夜间降雨工作，但是，他们为了抢季节，不怕困难，勇于



抓批林批孔　促战备生产（速写）　　孙　浩

实践，克服了夜间作业的重重困难，出色地完成了上级交给的预定的人工降雨计划。

“毛主席派飞机送来的及时雨！”

空军部队派飞机为人民群众搞人工降雨，受到了广大贫下中农、牧区牧民的赞扬和好评。降雨区的广大贫下中农和贫下中牧知道当地喜得的大雨，是毛主席和党中央派飞机给他们降下的消息后，很多人激动得热泪盈眶。一位老牧民回忆起旧社会国民党反动派的军队在牧区到处抢劫屠杀牧民的牛羊，破坏畜牧业生产的悲惨情景，看到今天毛主席和党中央为了加速牧区生产，派飞机为牧民搞人工降雨后，更加热爱毛主席，更加热爱共产党，他激动地说：“这是毛主席、共产党给我们牧民送来的幸福水，毛主席恩情说不完、道不尽，共产党真是我们贫下中牧的大救星，林彪效法孔老二‘克己复礼’，妄图复辟资本主义，叫我们再回到旧社会，再吃二遍苦，我们坚决不答应！”五月下旬正是广西壮族自治区百色等地栽插中稻季节，需要大量雨水，正当广大贫下中农焦虑雨水跟不上的时候，某机组在短时间内为他们出动了十多架次飞机，进行人工降雨，使这些地区普遍下了大雨，有的地县降雨量达五十多毫米，保证了中稻及时插上了秧，很多公社、生产队干部和贫下中农纷纷打电话给有关领导机关，感谢亲人解放军。

广大贫下中农激动地说：“这是毛主席派飞机给我们送来的及时雨、幸福水，下的不是雨，是粮食，是蔬菜。我们一定要加倍抓好革命，搞好生产，为国家多打粮食，来报答毛主席、党中央对我们的关怀。”

题图：吴 棣

银鹰播雨为人民

任 志 兴

一架满载着人工降雨催化药物的军用运输机，穿云破雾，疾速向吉林省西北地区上空飞去。昏暗的座舱里，机长梅立生的心情很不平静。吉林省一些地区今年遇到了严重干旱，部队党委接到命令，派飞机前去进行人工降雨。

这个光荣的任务落到了梅立生机组身上。这些天夜里睡觉，梅立生耳朵里总好象听见起飞的命令。他知道，灾区的人民现在多么盼望着降雨。今天清晨，气象员报告吉林省白城市一带上空有层积云，他蹬蹬蹬跑去指挥部，要求立即前去作业。

为了缩短飞行时间，梅立生决定从机场直飞旱区上空。他和副驾驶龙宝来、领航参谋陈宪禄、通讯员张火星、空勤机械师赛勤明反复检查、校对了航线资料，复习了协同措施。几分钟后，飞机就离地而起，疾速飞向旱区。

在深入开展批林批孔运动中，他们批判了林彪、孔老二宣扬的“天命观”，现在，他们要以“人定胜天”的实际行动，彻底戳穿孔孟之道的无耻谰言。梅立生想到这里，心里象燃着一团火，不由得把油门又往前推了推。银白色的巨鹰轰鸣着，梅立生双手紧握驾驶盘，全神贯注，纹丝不动。

“××，八号空域有雷电，绕西航行。”

“××，右上方有过往客机，注意警戒。”

耳机里传来了地面指挥员的声音。在地面引导下，雄鹰疾速前进。

忽然，前面一块乌黑沉重的浓积云朝飞机压了过来，雄鹰昂头钻进了云海。霎时，座舱一片黑暗。梅立生觉得自己好象驾驶着一匹烈性野马，在迷雾茫茫的云海里奔腾。豆大的汗珠从额上沁了出来，是请求返航，还是继续朝前闯？

“朝前闯！”梅立生从心底里蹦出这几个字来：“旱情紧迫，前面就是刀山火海，我也要闯过去，把党和毛主席对灾区人民的关怀，送到当地群众心里去。”他扭过头朝身旁四个战友看了看，四个人一起朝机长点了点头。无声的思想交流，表达了一个共同的心愿：**“下定决心，不怕牺牲，排除万难，去争取胜利！”**梅立生从脸上擦去一把汗，两眼紧盯着仪表，使劲把稳了驾驶盘。经过一番艰苦的努力，险恶的浓积云终于被甩到飞机后面去了。四十五分钟后，飞机来到了旱区上空。

“开始作业！”一声令下，一包包催化剂迅速洒向云中。飞机钻出乌黑的云团，又飞进浅灰的云海，梅立生和龙宝来沉着地操纵着飞机，沿着作业地区上空盘旋了一圈又一圈。

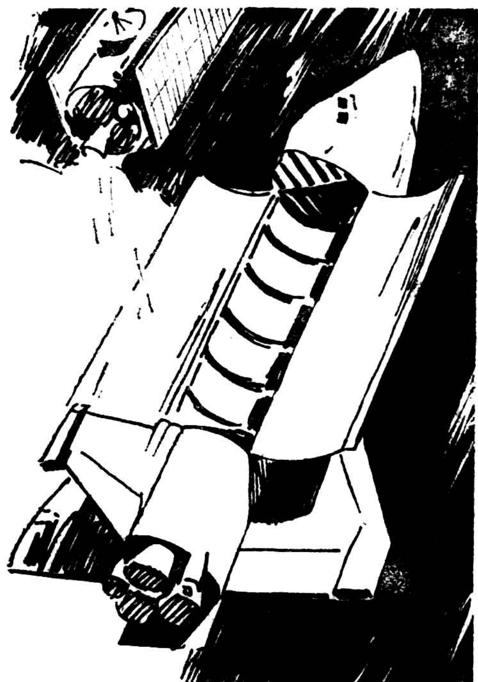
飞机在云海里来回飞行了三个多小时。

层积云受到催化剂的作用，变成倾盆大雨浇了下来。哗哗的疾雨，倾泻在龟裂了的旱田上。地面上四面八方的人群欢呼跳跃着，狂热地向空中挥手致意。许多人眼里噙着泪花，凝视着人民的雄鹰，千言万语汇成了一句时代的最强音：

“毛主席万岁！”

“毛主席万万岁！”

在响彻云空的欢呼声中，飞机胜利地返航了。



航天飞机

姚其山

航天飞机是一种有人驾驶的，可重复使用的航天飞行器。它既能象航天飞船一样，使用火箭发动机垂直起飞，在地球轨道上飞行；又能象普通飞机一样，具有喷气式发动机，在地面水平降落。它既可以作为一种航天运输工具，又可作为一种航天武器。

迄今为止的航天器都是用使用一次的运输系统——运载火箭来运输的。这类运输系统是在导弹技术的基础上发展起来的。它把航天器送到预定轨道之后，自身就报废而不能再使用了。这样的运输系统，既不经济、又不能满足载人航天事业发展的需要。因此人们就想发展一种较为经济的航天运输工具——航天飞机，使其能象普通飞机一样，可长期重复使用，方便而又经济地完成地面和空间之间往返运输人员和物资等项航天任务。下面根据外刊报道，就目前正在研制的航天飞机作一简单介绍。

主要功用

航天飞机作为航天运输系统的一个重要组成部分，将能完成多项任务。例如：

一、作为一种经济方便的航天运输工具：保障航天站的后勤供应：把需要发射的卫星送到地球轨道上，把需要回收的卫星从轨道上带下来，而且还可以直接在轨道上对卫星进行定期的检查、维修、回收胶卷、更换部件等；可以将装有星际探测器的运载火箭送到地球的低轨道上，再用运载火箭把星际探测器推到星际航行的轨道：还可以把大量的推进剂送上地球轨道加添给其他航天器，使其能继续航行；另外还可以作为一种航天救生工具，在轨道上营救遇险的航天员。

二、可以作为一种航天武器，在轨道上对别国的卫星等航天器进行检查、拦截、破坏或是整个取下来。

三、可以反导弹。如果在航天飞机上装备反导弹武器系统，可以对弹道导弹进行中段或主动段拦截。

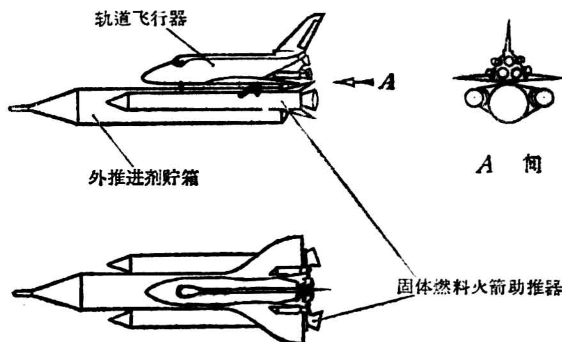
后两项功用还处在议论和设想阶段，距实现还有较大的距离。由于航天飞机在航天事业中的重要作用及其在军事上的较大的发展前途，而引起人们对它产生了较大的兴趣。

组成部分

航天飞机是一种有人驾驶的可重复使用的航天飞行器。它既能象航天飞船一样，使用火箭发动机在地面垂直起飞，航行在地球轨道上，又能象普通飞机一样，具有喷气式发动机，在地面水平降落。

目前正在研制的航天飞机是部分重复使用的，它是由一个轨道飞行器，一个外推进剂箱和两个固体燃料火箭助推器所组成。所谓部分重复使用是指每飞一次就得扔掉一个外推进剂箱，而轨道飞行器和助推器仍能重复使用。下面就以目前国外正在研制的一种航天飞机为例，对其各部分作一简单介绍，图一为其外形图。

一、轨道飞行器。它的形状象一架复式三角机翼的飞机，共分三个舱。前舱是操纵和控制航天飞机的"大脑"，内有两名航天员和两名装卸负载的技师乘坐的座舱，有为航天过程中供乘员使用的环境控制



图一 一种研制中的航天飞机外形图

和生命保证系统，还有航天电子设备。前舱机首有能与航天站等载人航天器对接用的设备。中舱是装负载的舱。按目前的设计指标，负载舱直径约四点五米，长约十八米。装载重量要视轨道特征以及再入大气层后所需的机动航程而定，约在一万到三万公斤之间。负载舱有两支操纵杆，装卸负载技师在电视的监督之下用它们在轨道中卸下和装上负载。轨道飞行器的后舱装有三台以液氢为燃料以液氧为氧化剂的主发动机，每台发动机的海平面推力为一百七十吨，在真空中的推力为二百一十三吨。为了在轨道中进行变轨、会合以及返地等提供动力，在后舱靠近主发动机处装有两台推力各约为二千三百公斤的轨道机动飞行发动机。反推控制发动机，在轨道中用作姿态控制、会合对接或轨道调整的最后阶段精细变速，在再入大气层后与轨道飞行器的气动控制面(指方向舵、升降舵和付翼）一起在速度大于马赫数2时用来控制姿态。在后舱的两个轨道机动飞行发动机旁各有一组十二个推力约为四百五十公斤的反推控制发动机，在机首有一组八个。为了扩大再入大气层后的机动飞行能力，可以在负载舱后部装上一对空气喷气发动机。如果不装空气喷气发动机，轨道飞行器再入后依靠机翼产生的空气动力来获得机动飞行能力。当然，在装了空气喷气发动机以后，装载量也就相应地减少了。

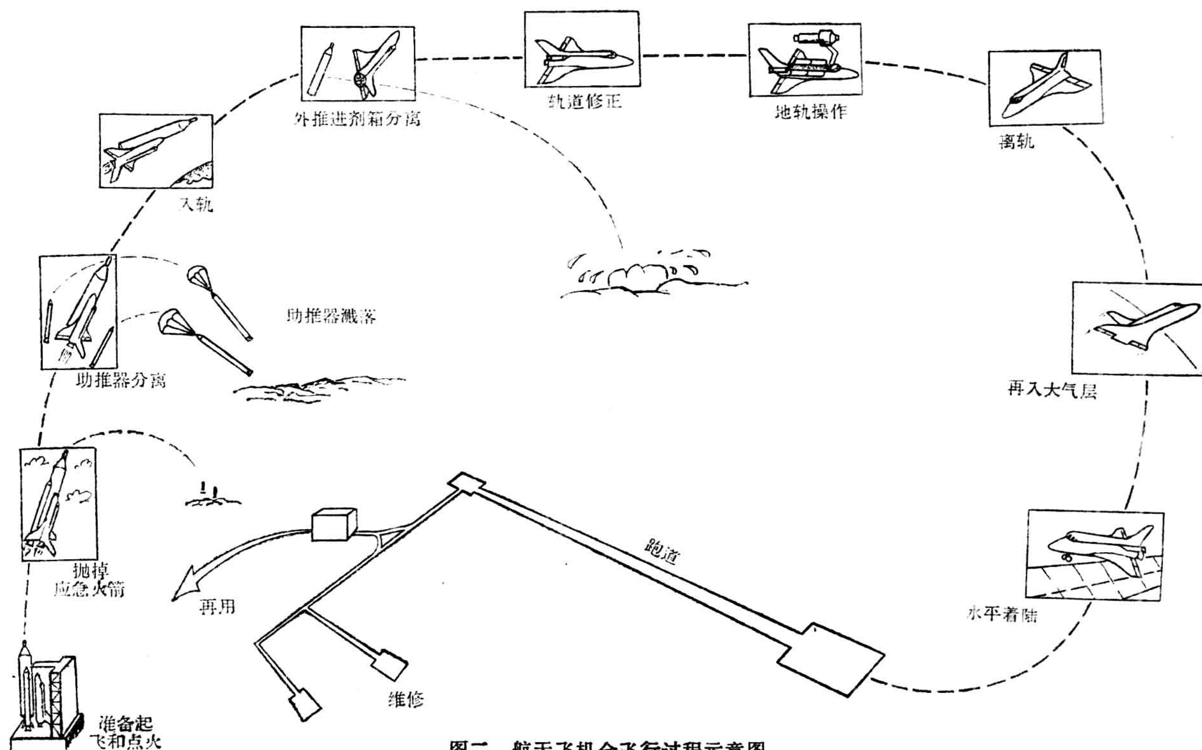
二、外推进剂箱。轨道飞行器的机身下面有一个庞大的铝合金制成的外推进剂箱，直径约为八点二米，长约五十六米，可贮存供轨道飞行器主发动机使用的推进剂液氢和液氧七百余吨。因为外推进剂箱是要扔掉的，因而把一切阀门和指示仪表尽可能都不装在它的上面。

三、固体燃料助推器。助推器是两支直径约为三点六米，长约为四十六米的固体燃料火箭，分别安装在轨道飞行器两翼下，外推进剂箱的两旁。每支火箭装有约四百三十吨聚丁二烯腈固体燃料，开始燃烧时推力为一千二百六十吨，但是为了避免使结构承受过大的气动应力，在起飞四十秒后将推力减小到七百九十吨。固体燃料火箭总燃烧时间约为一百秒。

飞行过程

图二是航天飞机全飞行过程的示意图。

航天飞机在发射台上垂直停放准备起飞，首先是助推器的两支固体燃料火箭与轨道飞行器的主发动机一齐点火将航天飞机推离地面，徐徐上升。当离开发射台后不久就把航天飞机的姿态调整到选定的方位。起飞三十秒之后把发射台上应急脱险用的应急火箭抛掉。大约在四十公里的高空，固体燃料助推器燃烧完毕，用六支小火箭使其空壳脱离轨道飞行器和外推进剂箱。空



图二 航天飞机全飞行过程示意图

壳用降落伞减速之后掉落在海洋里，回收之后经过检修再重新使用。这时的航天飞机的高度约为六十公里，速度约为2,500米/秒。

扔掉了固体燃料助推器的航天飞机在轨道飞机器的主发动机推动之下继续上升，进入一个近地点约为九十三公里的椭园轨道。入轨后不久，外推进剂箱就与轨道飞行器分离，由小型反推火箭使外推进剂箱减速后再入大气层，然后任其堕落在预定的洋面上而不再回收。

轨道飞行器的主发动机此时已经熄火，在惯性力作用下运行到椭园轨道的远地点上，再用轨道机动飞行发动机调整轨道参数到所需要的轨道。轨道机动飞行发动机所能调整到的轨道，最高可达九百二十六公里。如果要把负载运到更高的轨道，则需要另有一种轨道间飞机来接运。

一般情况下，轨道飞行器最久能在轨道上逗留七天，在此期间，它把所运送的航天器卸掉，把要回收的航天器取回；如果负载舱改装成实验室，则就可在空间开展各项实验；还可以为航天站提供后勤支援等。

返回时，由轨道机动飞行发动机提供再入大气层所需要的变速，轨道飞行器以约为一度的轨道倾角和约为三十四度的攻角再入。如果没有空气喷气发动机，则在大气中进行减速滑翔到目的地着陆。这种无动力着陆的横向机动范围约为单侧二千公里，纵向航程约为八千六百公里。轨道飞行器最后在一条三千米长的跑道上约以300公里/小时的速度水平着陆。

航天飞机两次飞行之间相隔约十四天，进行必要的检修，维修，装配和发射前的检测等准备工作。

载人航天活动始于六十年代初期，而航天飞机的认真的研究发展工作在六十年代后期才开始。在航天飞机的研制过程中，初期方案准备采用都是由航天员驾驶的助推级和轨道级。助推级也是有翼的，因而也具有在大气中机动飞行及在跑道上水平着陆的能力。发动机都是液体燃料火箭发动机，推进剂箱在机身内部，因而完全可重复使用。但是由于研制费用过大等方面的原因，不得不将方案一再修改。现在的设计，每次飞行就得扔掉一个外推进剂箱，固体燃料助推器大约也只能使用十余次。这样一来，虽然减少了一些研制费用，但使将来运行时费用大增。也由于同一原因，作为一种重要补充手段的轨道间飞机也延缓研制了，其他一些较先进的技术也放弃使用了。

航天飞机是航天技术发展过程中的一个突破。在设计上遇到了很多新的问题。例如在外形的选择上，要求航天飞机的两级既要具有垂直发射飞行器的功能，又要有高超音速飞机的功能，还要有亚音速飞机的功能，这三种不同的空气动力学特性，要求最适中地统一在一个外形上，就成了一个比较难以解决的问题。此外，在发动机系统、控制系统、温控、水平降落等方面也存在不少问题。

由于在航天飞机的操作及所担负的任务中，都离不开人，所以它对发挥人在航天中的作用创造了有利的条件。

航天飞机不仅使航空和航天连系起来，而且还使无人的卫星和有人的航天飞船连系起来。如前所述，航天飞机是有人驾驶的，它不仅是航天站的后勤运输工具，而且将是无人卫星的主要运载工具。它不仅可以用来运卫星和回收卫星，而且还可以在轨道上检查和维修卫星，在战时破坏和窃取对方卫星。

据外刊报道，预计在七十年代末航天飞机可投入使用，美苏两霸为了争夺航天霸权，现在都在集中力量大搞以近地空间为主的载人航天飞行。同时都强调实际应用价值，强调所谓“要为地球上的人类服务”，其实就是要为军事服务，为帝国主义和社会帝国主义的侵略政策和战争政策服务。

题图：王国伦

名词释解

轨道参数 即确定一个天体的运行轨道的参数。一个航天器在地球引力场中航行时，其轨道由下列参数确定：升交点经度、轨道平面倾角、近地点辐角、偏心率、轨道长轴半径和近地点通过时间。

变轨和变速 航天器在航行时要改变它的轨道，通常是通过改变它的速度（包括速度的量值和方向）来实现的。

负载 亦称有效负载，是指运输工具运载的有作用的部分，如导弹的战斗部、卫星、飞船等。

轨道倾角 航天器的飞行轨道的切线与当地地平线的夹角。

横向机动范围 是指航天器着陆地点相对于原飞行轨道的可机动的横向距离。其数值反映了航天器再入大气层时，向再入弹道的左右两侧作机动飞行的能力。

航天运输系统 目前计划发展的航天运输系统包括：航天飞机、轨道间飞机和核动力飞机。航天飞机负责从地球到环绕地球运行的轨道之间的运输；轨道间飞机负责在环绕地球运行的轨道之间的近距离运输；核动力飞机负责从近地轨道到同步轨道或到月球轨道之间的运输。



——谈谈用电子计算机编制数控机床程序

杨 光 薰

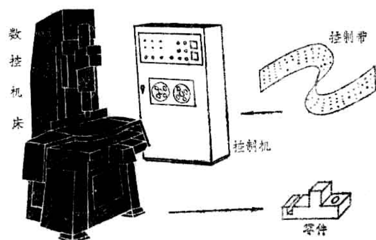


图 一

数控加工已在航空工业生产中广泛应用，它的程序编制工作，如果采用手工来作，不但容易出错，而且劳动量也很大，所以普遍采用电子计算机进行自动编程。

当你走进车间观看数控机床自动地进行加工时，你的注意力一定会被一条跳跃着的穿孔纸带所吸引，在它上面纵横排列着许多小孔，这就是用来控制机床动作的“程序”。从机床工作台以快速接近主轴，刀具切进工件，切屑四溅……，直至切削完毕机床工作台回到原来位置，这全部过程都是按照事先编好的程序进行的（见图一）。

为什么要采用自动编程？

在普通机床上加工一个零件，事先总要考虑一下怎么加工，加工件怎么定位，刀具怎么对刀，先加工哪个表面，后加工哪个表面等，这就是所谓编制加工程序。数控加工也要编制程序，但这个程序比一般机床的程序要详细和严格得多。它除了要书写在纸上以外，还要制成穿孔纸带。

编数控程序又是书写，又是穿孔制带，工作量很大。在编简单零件的加工程序时，由人工来完成这些工作矛盾还不突出，但遇到复杂零件就不行了。繁琐的计算工作和冗长的穿孔劳动，人工工作效率非常低，工作人员整天被数字包围累得头昏脑胀，一不小心就出错，只好反复进行校对，使工作量大大增加。常常因编程工作拖了后腿，使数控机床的优点显现不出来，人们在描写用手工编复杂零件程序时说“数控机床是革新，程序编制要加劲”。这正好说明了必须改进编程工作。

为了解决复杂零件的程序编制问题，用电子计算机进行自动编程是现代计算技术发展的成果之一。不管零件有多么复杂，编程人员只要编一个非常简单的用语言写的“源程序”，把它送到电子计算机内去处理，就可以很快得到数控机床用的控制程序。繁琐的计算，控制带冗长的穿孔工作，统统都由电子计算机代劳了。用手工编程需要一两个月工作量的零件程序，自动编程只要几十个小时就行了。而且不易出错。既迅速、准确，又大大地节省了人力。

如何进行自动编程？

自动编程是由电子计算机来完成的。电子计算机虽然很能干，但它不是什么神仙，而是人们用智慧和劳动制成的一台机器。为用它来进行自动编程，人们事先就投入了大量劳动，设计了一套“自动编程的系统程序”，通常人们把它叫作“软件”。电子计算机就是依靠这一套软件，把源程序处理成为数控机床需要的程序的。

源程序是用专用的语言写成的，它有一定的“词汇”，又有一定“语法”，不能随便乱写。因为它必须和事先设计的软件相协调。这种语言很容易学，“词汇”不多，很直观，也容易记忆。所以，编写源程序不费事，很方便。图二是一个需要沿外轮廓铣切加工的零件，它的源程序如附表所示（表中“序号”与“意义”两栏为解释源程序用，不是源程序的书写内容）。

表中一至四为计算参数语句。

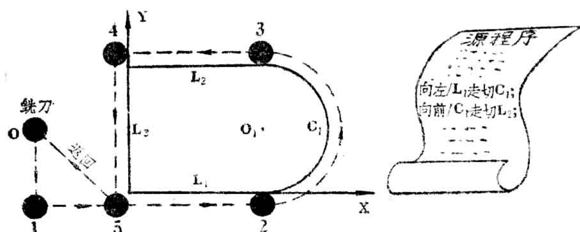


图 二

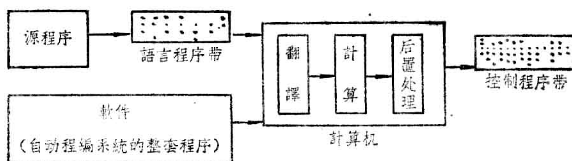


图 三

（附表）

序号	源　程　序	意　　义	序号	源　程　序	意　　义
1	平面零件	零件类型	12	起刀点/－60，30，20	起刀位置相当于“O”
2	机床维数/3	用三座标机床加工	13	走增量/0，0，－30	落刀“O”相当于走一增量
3	容差/0.01	计算时容许误差为0.01毫米	14	矢向/V走过L_1	表示运动方向（初始）
4	刀具/平底刀20，5，1	所用刀具类型，直径20毫米……	15	向右/L_1走切C_1	开始走刀至“2”
5	进给速度/5	机床送进速度用第五级	16	向前/C_1走切L_2	走刀至“3”
6	O_1＝点/60，30，0	定义O_1点	17	向左/L_2走过L_3	走刀至“4”
7	L_1＝直线/y等于0	定义L_1线	18	向前/L_3走过L_1	走刀至“5”
8	L_2＝直线/y等于60	定义L_2线	19	走增量/0，0，30	抬刀“5”相当于走一增量
9	L_3＝直线/x等于0	定义L_3线	20	起刀点/－60，30，20	返回原来刀具位置
10	C_1＝园/园心O_1半径30	定义C_1园（用到O_1）	21	停车	机床停车
11	V＝矢量/0，－1，0	定义矢量	22	程序完	

这是一些为计算刀具中心轨迹而给出的必要参数。六至十一为几何定义语句。它的任务是把零件被加工表面的几何元素（如点、直线、园等）一一定义。十二至二十为刀具运动语句（十五至十八为走刀语句）。它是用来描述刀具运动状态的。五、二十一、二十二是与所使用的数控床机有关的一些内容，叫做后置处理语句。一个完整的源程序一般就是由上述四种语句组成的。

源程序在输入电子计算机以前，先要制成语言程序带，这样当它输入电子计算机以后，软件才能对它进行处理。制语言程序带也要在纸带上穿孔，但工作量不大，比起制控制程序带来要简单得多。

把源程序处理为数控机床需要的程序的过程，称为编译过程（见图三）。在数控机床自动编程系统中，这个过程可分为翻译、计算、后置处理等三个阶段。源程序通过翻译阶段变成便于计算的指令和数据；计算阶段是根据翻译过来的与待加工工件型面及刀具直径有关的数据来进行计算，以求出刀具中心轨迹；后置处理阶段则是根据所用数控机床的具体工艺要求，将计算结果重新进行编排，使输出的程序能够满足数控机床的使用要求。这些工作就是靠预先存放在电子计算机内的自动编程的系统程序（软件）来完成的。由此可见，软件是自动编程工作的核心部分。

归纳起来自动编程的过程是：根据零件图纸的要求，按数控程序编制语言所规定的“语法”和“词汇”编好源程序；将源程序制成穿孔纸带（或穿孔卡片），即语言程序带，并输入通用电子计算机；根据计算机软件的要求，电子计算机自动进行判别、分析、计算、排出各种指令；最后制出加工程序的穿孔纸带，即数控机床用的控制带（见图四）。

实现自动编程以后，编程工作不再拖数控机床的后腿，使数控加工的特点得到了充分发挥。这正是“程序编制得改进，数控加工气象新”。

题图：王国伦　插图：少　友

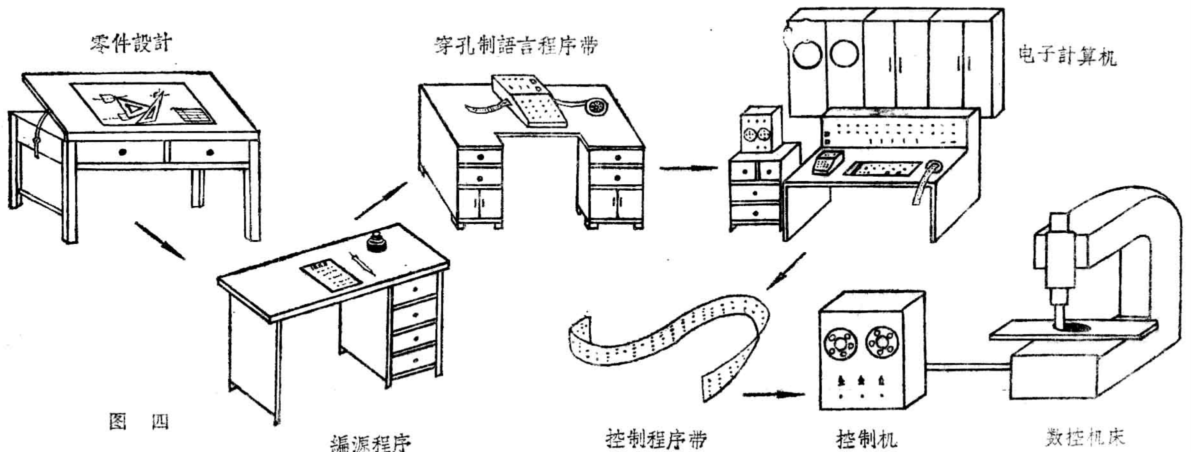
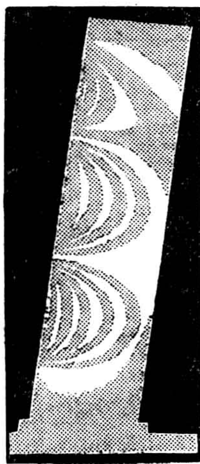


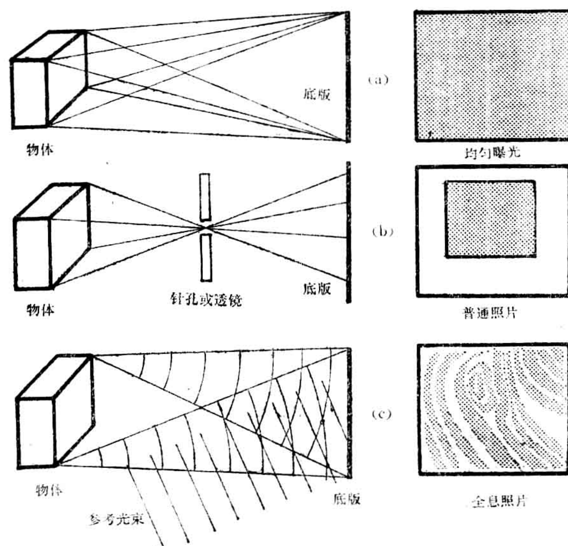
图　四

全息摄影在航空技术上的应用



柯　普

全息摄影是利用物体光束和参考光束的相干，在照相乳胶底版上形成形如小环、花瓣、斑点类的黑白相间的条纹，这种经过显影的底版称为全息图片。此图片与原物体毫无相似之处，但是它却以一种特殊的光学编码形式记录了一般照相法无法记录的物体全部信息，在适当光源的照射下，可逼真地重现原物体的立体影象。全息摄影术又称为无透镜照相术和二步影象形成术。



图一　全息摄影与普通摄影的比较

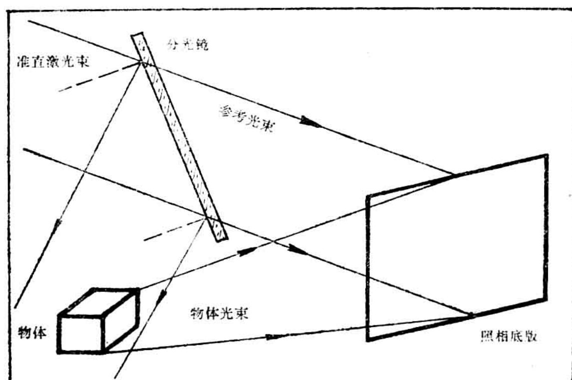
全息摄影是一门新技术。一九四八年，英国科学家盖柏在从事提高电子显微镜分辨率的工作中，提出了全息摄影原理，并用高压水银灯作为光源，拍摄了全息照片。此后，许多人进行了全息摄影的研究工作，发展了盖柏提出的早期全息摄影原理，为全息摄影进一步发展奠定了理论基础。六十年代，出现了激光器，提供了相干性好、功率大的单色光源，为全息摄影深入研究和广泛应用创造了良好条件。因此，近十年来全息摄影得到了很快发展，成为一门十分活跃的新颖技术。

全息摄影与普通摄影的区别

大家对普通摄影比较熟悉。它是利用光学中小孔成象的原理将物体的象记录在照相底片上。而全息摄影是如何记录物体的象，这两者又有什么区别，下面就对它们的区别加以比较。请看图一，从物体上任一点反射的光波（称为物体光波）向各个方向传播，如果用这种物体光波照射照相底版，底版上各处的曝光基本上是均匀的，因而物体的图象并没有被记录下来。这一点是容易理解的，因为物体上每一点反射出的光波都能到达底版上的任何部位（图一a）。如果稍微改动一下，在底版与物体之间安放一个针孔或透镜，物体上每一点只有一条细光束能到达底版，这就形成了每一点的象，这些象点的聚合就得到了整个物体的象（图一b）。我们生活中经常看到的普通摄影。过程就是这样。

光是一种频率很高的（约10^{14}赫芝）波动，凡是波动便具有振幅和位相，但普通照相底版只能记录其波动强度（即振幅的平方），不能记录其位相。物体光波到达照相底版处的位相，与光波从物体到底版所通过的距离（叫做光程）有关。在普通摄影中，简单地用物体光波直接成象，必然失去了位相信息。位相信息的丢失，意味着不能把成象于底版相同处而光程不同的物体各点区别开来。因此，人们常说，普通摄影是平面摄影，不能反映物体深度的变化情况，缺乏立体感，就是这个缘故。

那么，能不能把物体光波的振幅和位相同时记录下来呢？利用光波的相干性就能做到这一点。拿去图一b中的针孔或透镜，加上一束亮度均匀的参考光波，在底版上就会记录出物体与参考光波迭加后的强度，即拍摄成全息图（图一c）。全息图中包含了物体光波的振幅与位相全部信息。然后，用适当的光束照明这个全息图，逼真的原物体的立体象就重现出来了。这就是全息摄影与普通摄影的根本区别。



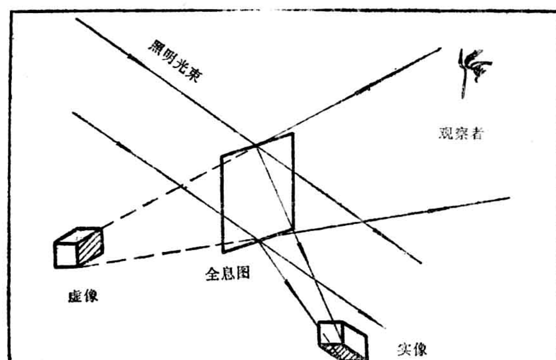
图二　简单的全息摄影的摄影过程

全息摄影的简单原理

普通摄影是直接成象的一步摄影过程。全息摄影则是一种二步摄影过程：第一步是"波前记录"，把物体光波的振幅和位相全部记录下来，即拍摄全息图；第二步是"波前重现"，把物体光波的波前原原本本地重现出来，从而能观察到物体的立体象。

图二是一种简单的全息图的记录装置。相干性较好的准直激光束，经过分光镜分成了两束，一束照射物体上，经物体反射，形成带有物体信息的物体光波；另一束直接通过分光镜，成为不带物体信息的参考光波。两束光在底版上重迭，发生"光波的干涉"效应，波峰与波峰相遇的地方强度最大，波峰与波谷相遇的地方强度最小。这种强度的不同便在底版上记录出明暗相间的干涉条纹，显影后的底版称为全息图。尽管底版只能记录物体光波和参考光波迭加后的总强度。然而，就物体光波来说，干涉图样的形成，表明了底版不仅记录了它的振幅，同时也记录了它的位相。干涉条纹的间距表示物体光波的位相，其反差表示物体光波的振幅。全息摄影就是通过参考光波和物体光波相比较，发生干涉，达到记录物体光波全部信息的目的。

全息图上所记录下来的干涉图样，如何重现出原物体光波呢？图三是一种简单的全息图波前重现的示意图。全息图相当于一个复杂的光栅。大家知道，光束通过光栅时会产生"光波的衍射"效应。为了简单起见，假定用与参考光波相同的照明光波照射全息图。这时，有一部分照明光波发生衍射，改变了方向，向着与原来物体光波相同的方向行进。在这个方向上，观察者能够看到原物体的立体象，是一个虚象，它的位置和形状恰好与原来物体完全相同。通常，在观察者的同一侧，还有一个原物体的"共轭象"，是一个实



图三　全息摄影的原物体重现过程

象。这便是全息摄影第二步的重现过程。

综上所述，全息摄影和普通摄影比较有如下特点：

1. 全息图系由与物体似乎毫无共同之处的干涉条纹组成，须用相干光照射才能逼真地重显原物体。

2. 立体感强。

3. 全息图如果破碎，其每一块碎片都能重显整个图象，只是分辨率较整块的差。这是因为底版上每一点都受到整个物体散射的光的作用，每一点都以编码形式包含了整个图象的信息。

4. 全息摄影不受光线限制，在微光下也能摄制全息图片。

5. 在同一底版上可以多次曝光，重迭多个影象，重显时可分别显示出来，互不干扰。

在航空技术上的应用

如果说，六十年代初期，人们的兴趣主要在于全息摄影能得到物体的立体象。那末，近十年来，情况就不同了。由于全息摄影具有能记录和重现物体光波全部信息的特点，它在干涉计量、信息储存、信息处



图四　利用二次曝光法进行轮胎无损检验

理、显微技术、光学元件制造等不少领域中都引起了极大的兴趣，开展了许多研究和探索工作。

随着全息摄影技术及其应用的发展，它与其他领域的关系越来越密切了。除光学外，它与信息论、电学、声学等领域关系也甚为密切。现在，微波全息摄影和超声全息摄影均已形成独立的学科。

自从一九六五年以来，全息干涉计量技术发展很快，已成为全息摄影中最有希望最广泛的应用领域之一，也是全息摄影在航空技术上的最主要的应用。在航空技术上，已把它用于元件与材料的无损检验、发动机零件的振动特性分析以及发动机、风洞和弹道靶场模拟实验的气流场分析等方面。

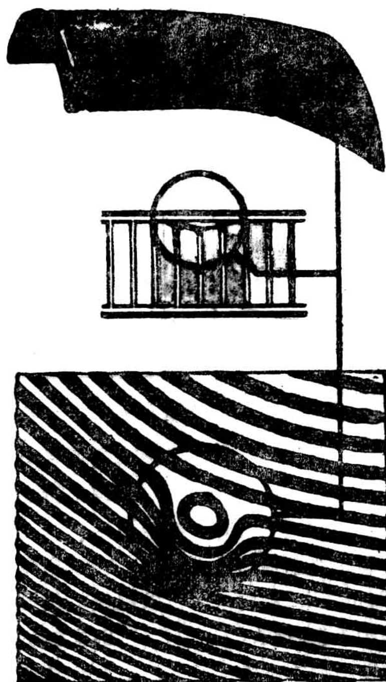


图六　涡轮叶片的时间平均全息干涉图

实时曝光法和二次曝光法

全息干涉计量术的具体方法有多种多样，如实时曝光法、二次曝光法、时间平均法、等高轮廓线法等等。根据不同的用途，采用不同的方法，下面简单介绍实时曝光法和二次曝光法的基本原理。

实时曝光法的原理是，将预先拍摄好的某物体的全息图，准确地放回到原来的位置上。然后，用照明光束照射此全息图，并把发生形变后的原物体或与原物体类似的另



图五　铝板蜂窝结构缺陷的全息无损检验

一被测物体放在原物体的位置上。这样就产生了两个波前，一个是全息图重现的原物体的波前，另一个是与原物体有差异的那个物体波前。这两个波前发生干涉。因而，人们能观察到在原物体上叠加了干涉条纹，干涉条纹的疏密分布反映了两个波前的相异程度，条纹越密，差异就越大。

二次曝光法的原理是，在两个不同时刻，在同一照相底版上曝光



图七　涡轮盘的时间平均全息干涉

两次，分别拍摄某物体变形前后的全息图。然后，用照明光束照射此全息图，重现出两个波前，对应于物体的两个不同时刻的状态。这两个波前发生干涉。人们能观察到原物体，并能观察到在其上叠加了一些干涉条纹。通过分析干涉条纹间隔的疏密和分布，就可以了解到两个不同时刻物体状态的变化。

根据不同情况，有时也采用多次曝光法，甚至一段时间内使底片连续曝光，即时间平均法。它们的原理与实时曝光法和二次曝光法类似，这里就不一一叙述了。

全息干涉计量术具有一些突出的优点：它的设备比较简单；它能够对任意形状和任意表面状况的物体进行立体的测量；它的测量精度



图八　涡轮盘和涡轮叶片联接振动的波节

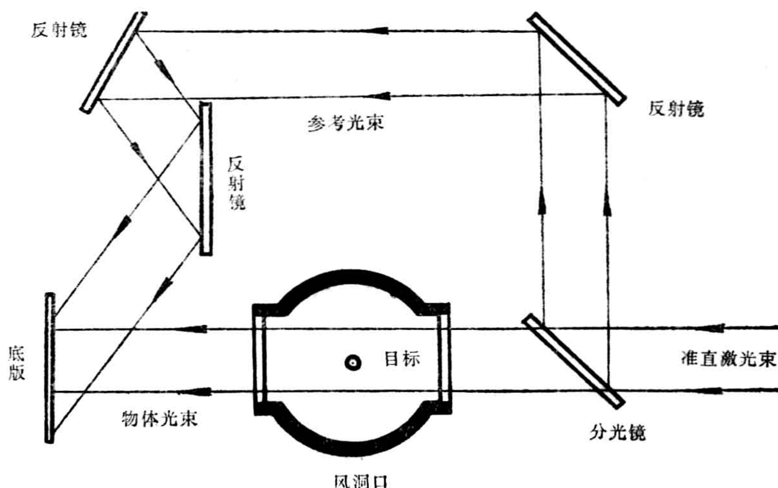
高，可达几十分之一微米；它能观察测量一个物体运动状况的变化，尤其是利用红宝石脉冲激光器，能测量高速物体运动状态的变化。因此，在工程技术中引起了极大的注意，获得了广泛的应用。下面简单介绍全息干涉计量术在航空技术上的三个具体应用领域。

无损检验　在受热、加压、抽真空或其它方式的外界作用下，能引起物体内部组织微小的变化，物体表面也会相应地产生微小的形变。利用二次曝光法，观察干涉条纹的形状和分布，能明显地反映出隐藏缺陷的位置、形状和尺寸。这种方法可用于飞机轮胎、蜂窝结构、刹车盘等部件的空洞、断裂、

夹杂物的探查，还可以用于材料应力应变性质的测量。

图四表示用二次曝光法进行轮胎无损检验的情况。两次曝光分别相应于轮胎不加压和充气加压每平方厘米三点五公斤时的状态。清晰的干涉条纹反映了轮胎的缺陷、接头等处的异常情况。缺陷的尺寸可以通过干涉条纹区域的大小量出，干涉条纹的特有形状和疏密程度反映了轮胎的缺陷深度。

在检查蜂窝结构和金属——金属夹层之类的粘接结构中，全息摄影的优点是灵敏度高和一次可检验很大的面积。从简单的蜂窝板到复杂的火箭喷管的各种结构及元件都能检验。能够检验的材料包括普通金属、塑料、泡沫材料及复合材料。而且检验程序易于掌握、操作起来并不比其他无损检验技术困难。图五为铝板蜂窝结构缺陷的无损检验。通过对全息图干涉条纹形状异常现象的分析，便可精确地查出蜂窝结构中缺陷的位置和鉴定缺陷的类型。全息图上干涉条纹的异常现象最好是在工件加热后不久的冷却期间进行观察，这时缺陷很容易被看出。全息摄影无损检验比超声波检验和X光检验不仅快，便宜，而且发现的缺陷全面，特别是对大型结构件的检验优点更为显著。



图九 全息风洞实验记录装置原理图

振动分析 全息干涉计量术的另一应用是物体的振动分析实验。图六、图七、图八是利用时间平均法测量涡轮叶片、涡轮盘以及它们联接时振动状态下的全息重现象。被测物体是一个长十五厘米的涡轮叶片；一个直径二十五厘米、圆周厚度三厘米的涡轮盘。

在图六到八中，可以清楚地看到明亮的区域，它就是振动波节。如果再对明亮区域之间较密的干涉条纹进行分析和计数，能测出振动振幅的大小。图八显示了叶片与涡轮盘联接处的振动波节分布，它提供了叶片与涡轮盘之间联接效果的振动分析的资料，这用其它方法是难以得到的。

在风洞和弹道靶场模拟实验中的应用 全息干涉术为风洞试验提供了新的检测手段，它与常规使用的阴影法、纹影法、干涉法相比，有许多优点。采用全息干涉术使风洞试验有可能采用透明的模型，以摄取机身——机翼干扰区、管道内和喷管内的以及普通气流屏蔽的其它流场干涉图，而这些正是上述常规检测方法的缺陷。

另外，采用全息干涉术可使短暂工作的风洞变为工作时间无限长的试验装置。因为物体的相干波可时刻记录在简单的全息图片上，研究人员根据需要可随时使其重现，这样风洞就可以连续不断地进行试验，而不必为使用常规检测方法的单项试验去重复吹风，以复现相同的试验条件。

利用全息干涉计量术，可以立体地观察在不同飞行姿态情况下模型周围气流场的分布状况。一个典

名词解释

光波的波前 指在空间传播着的光波位相相同的面，有时也叫该光波的同相面或波阵面，例如：一个点光源发出光波的波前是一组以它为球心的同心球面。处在波的最前面的波阵面就叫波前。

光波的干涉 指两束或多束光波重叠在一起，能形成明暗条纹的现象。例如：两束向不同方向传播的单色平行光波，在它们相遇重叠处，能形成一组等距的明暗条纹。

光栅 许多条平行的宽度和间距相等的窄缝构成了通常所说的简单光栅。全息图可以看成为若干组简单光栅重叠而成的复杂光栅。

光波的衍射 指光波与不透明障碍物相遇，能绕过它而弯曲行进的现象，或是通过小孔、窄缝光线发生弯折的现象。

共轭光波、共轭象 两个振幅相同但位相相反的光波称它们为互成共轭光波。形象地说，就是这两个光波的波前强度和形状相同，而波前的传播方向恰好相反。例如：一个发散的球面波和一个收敛的球面波互成共轭光波。与共轭光波相联系的象叫做共轭象。

振动的波节 指物体振动过程中，那些没有发生位置变动的点称为振动的波节。

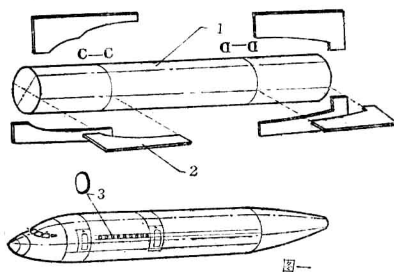
航模

一种喷气式民航机实体飞机模型制作说明

陈 应 明

实体飞机模型是广大航模爱好者喜欢制作的模型项目，通过亲手制作可进一步了解飞机的各部结构及工艺制作技巧。本文介绍一种旅客机实体模型主要制作方法，供航模爱好者参考。

一、本图见第十六、十七页，这是一种短、中程的喷气式民航机，机型为三叉戟2E，比例为1/100，制作时按图测绘实际数据下料加工，注意制作各个部件时必需按图



定出和保留各准确的中心线，备以加工、装配基准之用。

二、图内各主要外形连接线，可先用锐刀尖后用稍纯的刀尖刻出。

三、整个模型涂漆前，必需将各部件连接的地方用腻子填补抛光。

四、主要的部件制作和连接：

机身（图一）

1. 以机身的最大直径旋出一根木棒、（不包括喷气口外环）。

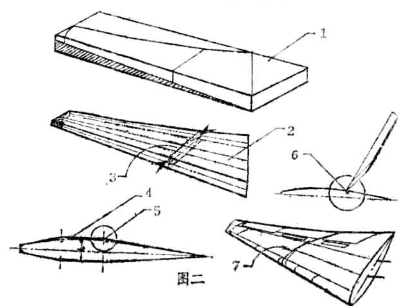
2. 定出C—C和D—D两线的位置。

3. 制出C—C前段和D—D后段的上、下、左、右的样板，按样板制出整个机身外型。如不装有机玻璃窗口，每个窗口可按机身最大直径的1/100刻深。

如需制作起落架则挖出前轮舱，主起落架轮舱待装配机翼后挖出。

机翼（图二）

1. 以机身正面垂直中心线为基准量出机翼的最大厚度和翼展长度数据，开出木板，然后定出翼尖厚度，划线后刨出斜度木板。



型的记录装置如图九所示。

激光光束通过分光镜分成两束。一束穿过风洞，受到模型及其周围气流场的调制，作为物体光束，照射到照相底版上。另一束借助于几个反射镜，作为参考光束，最后也投射到底版上。两束光干涉涉图样，就能得到气流场的分布及其变化的资料。



图十 飞行子弹的二次曝光全息干涉图

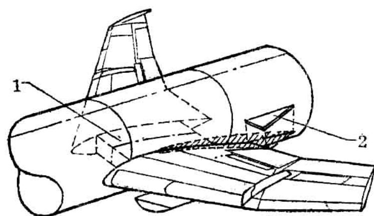
测量弹道靶场模拟实验的全息干涉计量装置与测量风洞的装置类似。图十是高速飞行子弹所产生冲击波的二次曝光全息图的重现象。第一次曝光是在子弹发射之前进行的，第二次曝光是当子弹和冲击波恰好进入视野时进行的。它可以形象地表现出全息干涉计量术的立体能力，清楚地显示出子弹的姿态、冲击波的尾流流场的状况。

此外，随着光学全息摄影的发展，日益兴旺起来的光学信息处理和微波全息摄影技术，在航空技术上也有着新的应用。它们在综合孔径雷达和脉冲多普勒雷达等现代雷达的研制工作中占有极其重要的地位。对于改善现代飞机的仪表显示系统也引起极大的注意。

如果采用二次曝光法研究风洞。在二次曝光的时刻，空气密度在各处发生的变化，均能被全息图记录下来。重现时，两个重现波前将具有不同的形状，真实地反映了空气密度的变化情况。通过分析干涉图样，能得到气流场的分布及其变化的资料。

尽管全息摄影技术已有了很大的发展，它在航空技术上也已有了不少的用途。然而，许多工作仍处在初期，不少问题还有待解决。诸如扩大测量范围、系统地解决定量测量以及制造简便的设备便于推广使用等问题都要进一步研究解决。随着阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动的深入发展，全息摄影术一定会在我国工农业和国防建设中发挥应有的作用，并在航空科研、生产上逐步推广。

题图：王国伦 插图：杨承德



图三

2.在木板上定出机翼外形平面，并定出前后缘线。定出外翼接合线并在前后缘线上用刀刻缝定位。

3.量出机翼最大厚度（约为翼弦1/3处），相应前后放宽定位划线。

4.削去多余部分制出机翼毛胚。

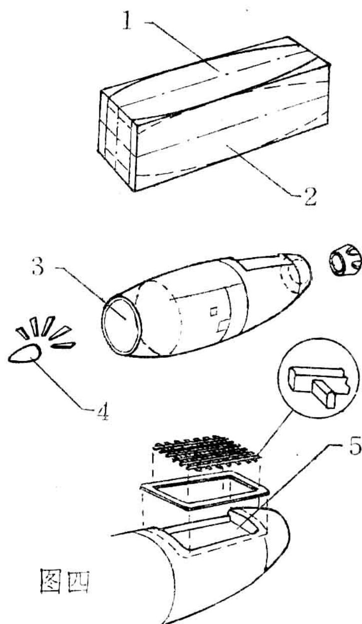
5.细心将棱角削去，用样板测量。

6.在机翼上划线，副翼、襟翼稍粗一些（以下划线如图）。

7.定出外翼连接线，用薄锯上下锯缝（不可锯断）。压出外翼上反角，在各缝内注入胶水、并在下缝内插入有斜度的木片。

8.在翼根处插入铁丝，将两翼按上反角用胶粘上。

∴垂直尾翼和水平尾翼制作大致相同。



图四

机翼与机身的连接（图三）

1.以机身C—C后段、D—D前段第一条机身分段连结线为基准，割去机翼应占的位置，将翼根前后缘处多余部分除去，装入机身下部，再粘上底部木块。

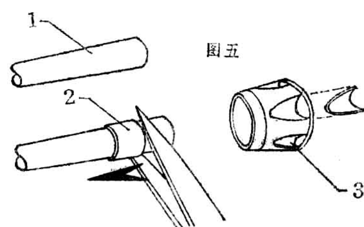
2.粘上翼根后缘的三角形薄木片，用胶调细木屑作粗腻子，刮出机翼与机身连接部分的整流片。

3.翼尖的圆形整流锥体分别制出粘上（内可加细钢丝）。

两侧发动机外壳（图四）

1.量出除尾喷气口外环的长、宽、高数据，开出木条，定出顶、底面外形线。

2.定出两侧外形线，切削、加工成形。



图五

3.再连接中心线，挖出进气口孔、尾喷气口孔。

4.用薄木片制出叶片、中心锥体、粘入进气口内。

5.推力转向节流片位置稍挖深，各边缘粘上一定厚度的薄木片、在深孔内按图先粘上七条横向小条，再粘上六条纵向小条。

喷气口外环（图五）

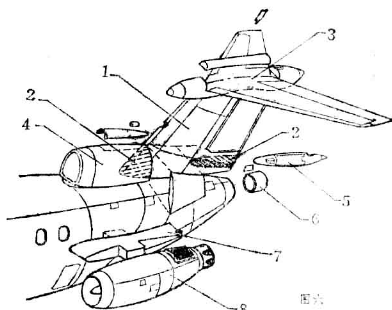
1.按图所需锥度旋出较长的铝棒条。

2.用薄道林纸涂上胶水在棒上卷出纸圈，随即用镊子推出。

3.待干透硬化后掏出各孔，用厚图纸卷成半圆斜度的纸圈粘在内侧孔上。

尾部装配（图六）

1.制出垂直尾翼，定出前部发动机进气口外罩和后下方装配辅导动力装置位置应割去的线。



图六

2.为了保证准确装配垂直尾翼，待装配干透后再除去应割去的部分。

3.安装整流锥体和水平尾翼。

4.安装中发动机进气外罩、散热气进气口外罩、冷却进气口的圆管（用纸卷成）。

5.安装发动机辅导动力装置。

6.安装中发动机喷气口外环。（用纸卷成）。

7.用榫头安装两侧发动机装配架。

8.为了不妨碍涂漆，两侧发动机待全机涂漆后再行装上。

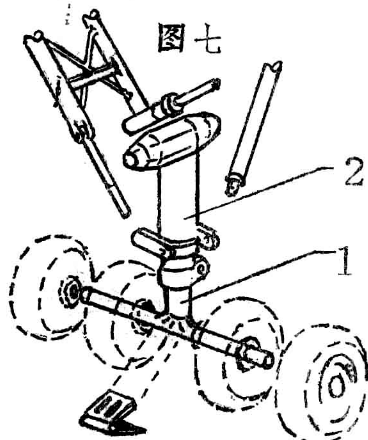
主起落架（图七）

1.用金属圆棒或竹皮作材料，与轮轴焊接或胶接。

2.最大的外径用薄纸胶水卷上。

其他的零件可用竹、木、硬纸等材料制作，总之，按图细心装配。

前主起落架和其他如：空速管等小另件，待整个模型涂漆后装配。



图七

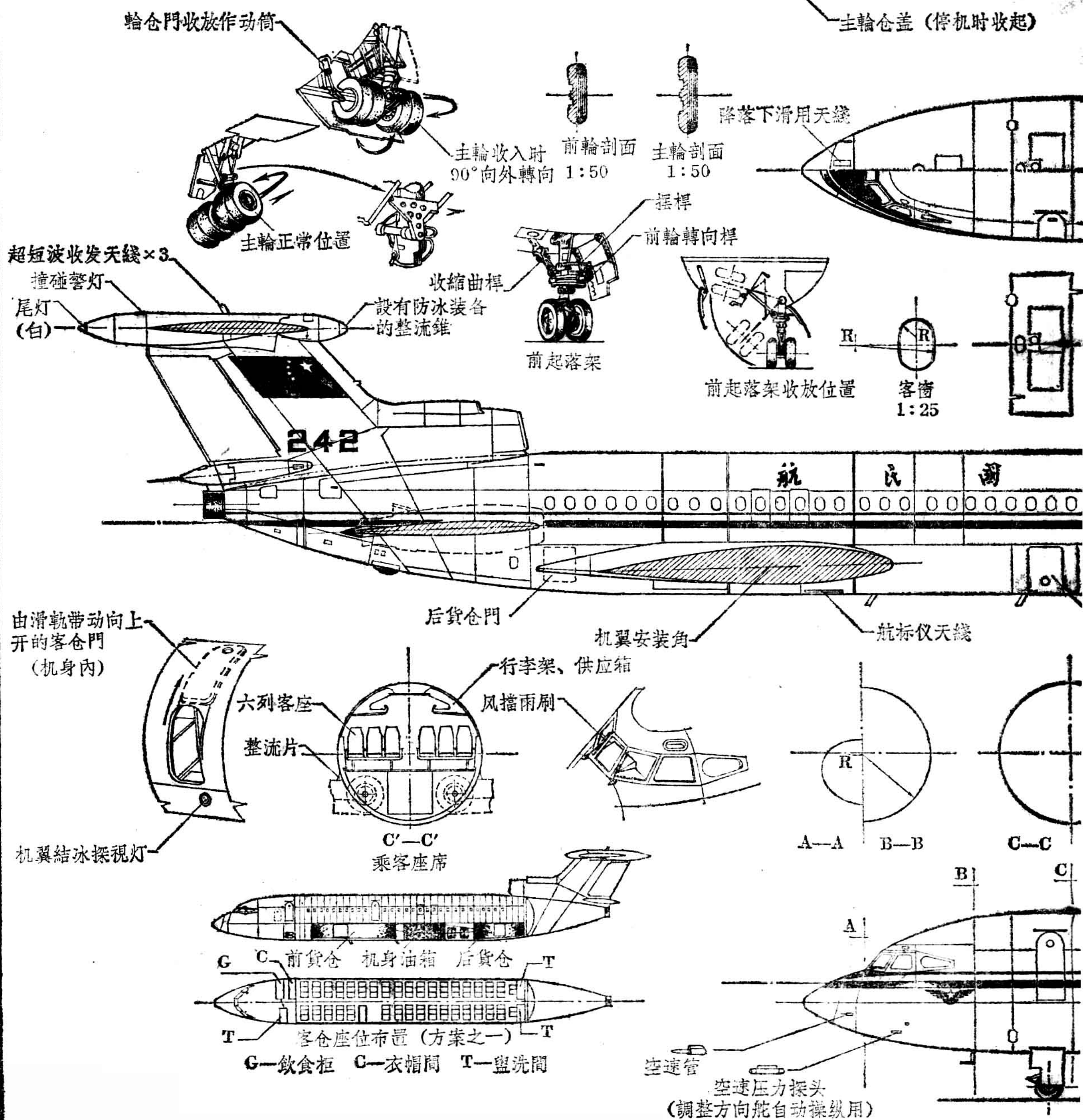
一种短、中程喷气式民航机实体飞机模型工作图

比例 1/100

0 1 2 3 4 5 m

散热气空气进口

带防冰装置的中发动机进气口



航行灯（左紅右綠）

模型着色

身粗细两线普蓝色，垂直尾翼上五星红旗。
上的机身、垂直尾翼整流锥体全白色（加少许蓝）
动机外罩为不锈钢的银色（银色加少许灰），喷气口黑色。
外，全机银色，机轮内浅灰色。
航及编号黑色，机头座舱前防光黑色。
支柱淡灰色（加绿），作动杆银色。轮胎黑色，轮圈绿或灰色。
孔底部黑色。窗口浅绿或淡灰。
向节流片外围深。

W_3

W_3 — W_3

着陆时90°打开的
着陆灯×2

W_2

W_2 — W_2

外翼檢查盖口

242

W_1 — W_1



中国民航机徽
(星，其他藍色)

中翼檢查盖口

推力轉向节流片
1:50

W_1

升降舵

中　國　民　航

前綠縫翼×4

中國民航

阻力片(降落时用)

襟翼

渦輪叶片

两側发动机进气口及噴气口

消音装置

向上开的雷达罩

副翼

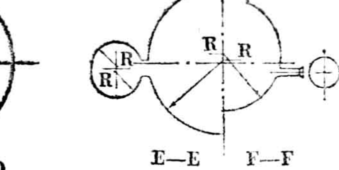
排气門

进气門（打开）

活动仓門

发动机輔导动力装置

前貨仓門



G—G　H—H

60°

F—F
发动机噴气口

可变攻角的
水平尾翼

G　H

冷却进气口

F

E

C'　D

方向舵

242

中　國　民　航

防撞器和仓門

制图：[signature] 1974.6.25

胶接蜂窝结构

胡　建　国

胶接蜂窝结构对于减轻结构重量、改善气动外形、减少应力集中、增加疲劳寿命、消音和降低生产成本都有很大的意义，在现代航空中获得广泛应用。

你见过自然界里的蜂房吗？那轻巧坚固的蜂房，由一排排整齐规则的正六边形格孔组成，给人以清新明快的感觉。你可曾知道这种自然界的蜂窝结构早已被人们仿制、并在工程上获得了广泛的应用，这就是本文所要介绍的蜂窝结构。

什么是胶接蜂窝结构

蜂窝结构是夹层结构的主要型式之一。什么是夹层结构呢？简单地说，凡是在比较薄的两层面板之间、夹入比较厚而密度较小的填料（夹层）、相互装配连接构成一个整体的结构都叫做夹层结构。夹层结构好比“I”形梁（上下为缘条，中间直横为梁的腹板）。面板相当于梁的缘条、承受拉力和压力，填料相当于梁的腹板、承受面板之间的剪力、并支撑面板保持稳定。这样就可以充分发挥面板和填料的材料特性，获得较高的抗弯刚度。所谓抗弯刚度，指结构件承受外加弯曲力时抵抗弯曲变形的能力。这决定于构件的形状、尺寸和选用的材料。

为了减轻结构重量，填料应选用较轻的材料。用作夹层结构填料的材料很多。常见的有轻质木、泡沫塑料、波纹板及各种型式的蜂窝夹芯等(图一)。其中以蜂窝夹芯作为填料，并用胶接方法连接成的夹层结构就是胶接蜂窝结构。此外，还有钎焊和点焊蜂窝结构。

早期的夹层结构是木质结构。进一步发展就是将轻质木填料胶接到铝面板上。四十年代末、由于轻质木耐潮、耐火等性能较差，随着金属胶粘剂的发展、人们开始制造金属蜂窝结构，并在飞机上逐步采用。玻璃钢蜂窝结构也接着发展了起来。

优点及应用情况

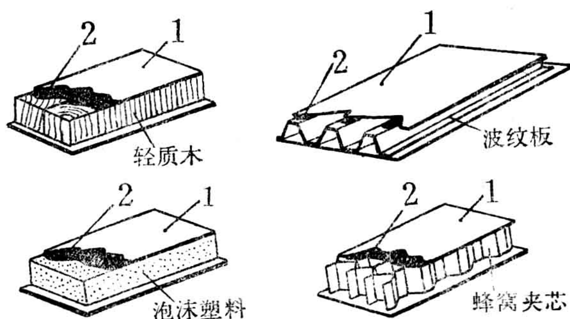
胶接蜂窝结构的构造特点是利用薄而轻的夹芯将两层面板均匀连续地支撑起来，由此就获得了比一般夹层结构更为突出的优点：

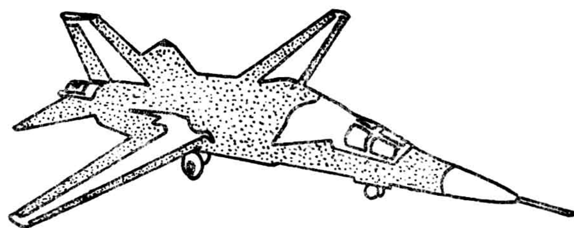
1. 具有较大的强度重量比和刚度重量比。即每单位结构重量的胶接蜂窝结构具有较高的强度和钢度。例如用胶接蜂窝结构、超硬铝和钢三种材料制成钢度相等的梁进行比较，蜂窝结构梁的重量仅为超硬铝梁的八分之一，仅为钢梁的十六分之一。一般说来，采用胶接蜂窝结构可以比传统的铆接结构减轻重量百分之十五到三十。在航空上，减轻结构重量是个很重要的优点。

2. 由于夹芯与面板采用胶接，构件上没有铆钉和螺钉头凸起，没有蒙皮凹坑，表面光滑，空气动力性能好；构件均匀连接，应力集中小，提高了结构的疲劳性能（参看本刊第五期《疲劳与飞机》一文），这点对旅客机尤为重要。

3. 蜂窝结构的隔热、隔音效果好。耐声响疲劳的性能也较好。当在面板上采取特殊开孔措施后，气流通过蜂窝格孔可降低噪音，称之为消音蜂窝壁板。利用夹芯受冲击易压缩变形的特性，可制作缓冲器，吸收冲击能量。

由于胶接蜂窝结构具有上述独特的优点，在很多工业部门、尤其在航空工业中得到了广泛的应用。目前，已有近百种飞机和导弹采用





图二（上）　F-111 蜂窝结构应用部位
图一（左）　夹层结构　1. 面板；2. 胶接层。

了胶接蜂窝结构。近期生产的飞机更是如此。例如 F-111 战斗机，全机采用三百块左右蜂窝结构件（图二），其中百分之九十五为胶接铝蜂窝结构（铝合金面板和铝箔夹芯），其余为铝面板玻璃布夹芯胶接蜂窝结构。又如 C-5A 军用运输机，全机采用各种胶接蜂窝结构达两千三百平方米左右。近年来在航空发动机上也扩大了应用。目前，胶接蜂窝结构在航空产品上的应用部位如下：

飞机（包括直升飞机）：机翼前缘和后缘、翼尖、尾翼、舵面、调整片、扰流器、减速板、机身、机舱隔板、舱门、地板、口盖、进气道、密封油箱、发动机短舱、消音壁板、旋翼、尾桨、头锥和尾锥、雷达罩、行李架、装饰板等。

喷气发动机：发动机护罩、口盖、涡轮密封环、隔热壁板、热交换器、整流器、消音壁板等。

导弹：弹体、翼面、安定翼、隔框、发动机舱、燃料箱、散热片、雷达天线罩等。

卫星及宇宙飞行器：头锥、外壳、回收缓冲装置等。

随着制造成本降低，胶接蜂窝结构在其他工业部门也获得广泛应用。例如用于舰艇及车辆的外壳、隔板；用于各种装卸容器及防震装置；用于电厂的冷却塔等。并且更多地用作建筑材料。蜂窝结构的墙壁和地板很受重视，它们隔热、吸音、防火、防震、而且重量轻。

材　　料

胶接蜂窝结构的面板主要由玻璃钢（玻璃纤维增强塑料）、铝合金、不锈钢、钛合金、碳纤维和硼纤维等新型复合材料制成。夹芯材料主要有牛皮纸、玻璃布、铝合金箔、不锈钢箔等。

按照不同的使用要求，蜂窝结构的面板材料与夹芯材料可以采用不同的组合。如玻璃钢面板铝夹芯、铝面板玻璃布夹芯、复合材料面板铝夹芯等。铝蜂窝结构强度高、比较便宜、可用于大部分承力结构。玻璃钢蜂窝结构（玻璃钢面板-玻璃布夹芯）重量轻、工艺性好，但成本较高。由于它具有较好的介电性能及隔热性能，用作雷达天线罩和一些耐高温构件或复杂型面构件。纸蜂窝结构主要用作不受力的装饰板、隔板、桌面等。目前在航空产品上应用最多的还是铝蜂窝结构和玻璃钢蜂窝结构。

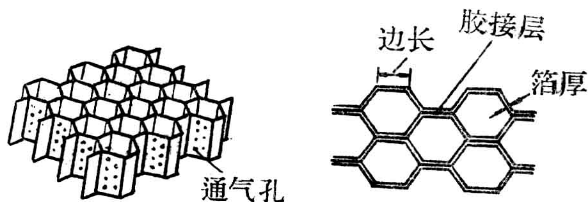
胶接蜂窝结构所用的结构胶粘剂按用途可分夹芯胶（胶接夹芯用）及面板胶（胶接面板-夹芯用）两种。按组成来看都是合成树脂胶粘剂，常用的有改性环氧型、酚醛-缩醛型、环氧-丁腈橡胶型及酚醛-丁腈橡胶型等。作为航空结构胶粘剂应具有强度高、耐振及耐疲劳性好、使用寿命长（耐介质及大气老化等）等特性。但往往一种胶粘剂很难全面满足上述要求，因此对不同用途的胶粘剂的要求应各有侧重。对夹芯胶应强调工艺性。对面板胶则应特别重视耐疲劳及耐老化性能。对用于工作温度较高部位的胶粘剂应具备较好的耐热老化性。

制造工艺

夹芯制造：

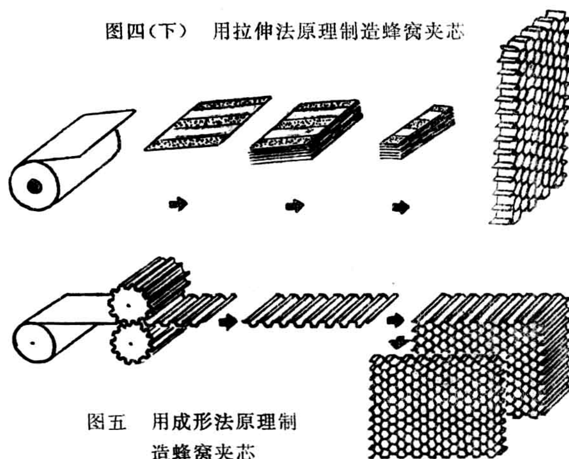
铝蜂窝夹芯（图三）系由铝合金箔相互胶接，组成正六边形的蜂窝格孔。由于工艺上的需要（当夹芯与面板胶接，面板胶固化时产生挥发物需要及时排出），在格孔的非胶接面上，有时还制有交错排列的通气小孔。铝箔厚度通常为 0.03 到 0.08 毫米，一般不超过 0.1 毫米。蜂窝格孔边长有三、四、五毫米等多种。夹芯密度范围通常为0.024克/厘米^{3}到0.126克/厘米^3。蜂窝夹芯制造有两种方法。

拉伸法：先将铝箔表面脱脂。然后用涂胶机在铝箔上涂胶条，并同时完成胶条烘干、刺通气孔、冲装配孔及切断铝箔等工作。再将已涂胶的箔片按装配孔迭装在一起（或由涂胶机自动完成），此时各相邻箔片上的胶条位置相互错开。最后把迭装完成的箔层放到热压机或热压罐内进行固化（即在加温加压下保持一段时间，以使胶粘剂内部完成化学反应产生胶接强度），固化后即得蜂窝夹芯坯料。将此坯料加工到所需夹芯高度，放到蜂窝拉伸机上予以伸展成形，坯料即成具有正六边形格孔的蜂窝夹芯（图四）。这种方法生产率高，在铝箔薄的情



图三（上）　胶接铝蜂窝夹芯

图四（下）　用拉伸法原理制造蜂窝夹芯



图五　用成形法原理制造蜂窝夹芯

况下，采用很广。

成形法：这是铝箔先成形后胶接的方法。铝箔表面脱脂后，在成形设备上将铝箔轧制成波纹条，使之产生半个正六边形的状态，同时在设备上完成刺通气孔和铝箔切断工作。再往波纹条的胶接面上涂胶。最后用夹芯胶接设备将波纹条相互胶接成蜂窝夹芯(图五)。成形法的生产率较拉伸法低。但适用于制造铝箔较厚的夹芯。因为厚铝箔夹芯成形所需的变形力较大。拉伸时往往因夹芯胶接强度小于铝箔变形力而脱胶失败。

牛皮纸和玻璃布夹芯的制造工艺与铝夹芯的拉伸法工艺大致相同。夹芯拉伸成形后需浸渍树脂以固定形状及提高刚度。

蜂窝构件制造：典型蜂窝构件由蜂窝夹芯（有时需先进行型面机械加工）、蒙皮(面板)、骨架封闭件等组成。夹芯及各零件之间应保证良好配合。先是对夹芯、面板及骨架件等进行表面脱脂及处理，然后在夹芯及零件上涂胶及粘贴胶膜，最后在夹具上装配后放入加温加压设备（如加热炉、热压床、或热压罐等）进行固化，即完成胶接工作。

实践证明，必须注意使选定的胶粘剂与采用的工艺过程相适应，才能达到预期的效果。

发展趋势

胶接蜂窝结构的使用限制是：不宜承受较大的集中载荷、工作温度还不能很高、使用寿命问题还需进一步实践认识。为此，至今还在继续提高性能和扩大应用范围。例如：为了解决蜂窝结构使用中进水（汽）引起胶接破坏问题，从改进胶粘剂着手，制造和采用了“无通气孔”蜂窝夹芯。为了改进夹芯成形工艺性及提高夹芯强度，研制了偏置式夹芯、补强波纹夹芯等新型蜂窝夹芯。为了进一步提高蜂窝结构耐热性及减轻重量，开展了新型耐热胶粘剂及复合材料蜂窝结构的研究，有的已投入飞行考验。为了满足更高工作温度的要求，还研制了石棉蜂窝结构。此外，对改进胶接工艺及检验方法也在作进一步的研究。随着材料及工艺技术的发展，相信胶接蜂窝结构必将在航空工业及其他工业部门获得更加广泛的应用。

强度：表示材料在受力状态下不破坏的能力。强度高是指在很大的载荷下材料不遭受破坏的能力。

刚度：表示材料在受力状态下抵抗变形的能力。

介电性能：是电介质（不导电的物质或导电性极差的物质）的电性能的总称。



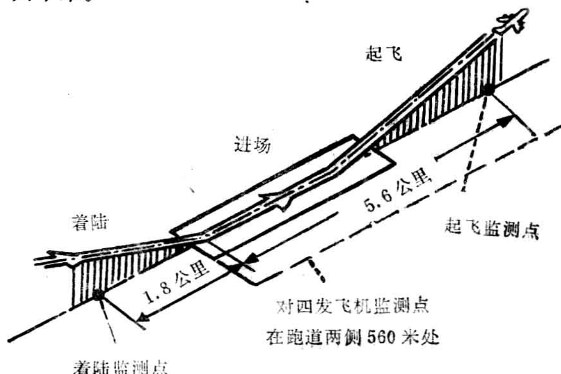
发动机的消音

晓　光

本刊第四期《飞机的噪声》一文中，介绍了飞机噪音的危害性，分析了飞机的主要噪音源，即燃气涡轮发动机的噪音，本文介绍消音问题。

由于飞机的噪音造成严重的危害，近年来，许多国家的民航组织以及国际民航组织都对飞机（按起飞重量与型式）规定噪音极限，以减少飞机噪音对城镇环境的污染。不仅新研制的民航客机，而且已投入航线使用的飞机，都应满足规定的噪音标准。

目前比较通用的一种控制噪音的方法和标准，是在机场的特定位置上，安装一些监听仪表，对飞机的噪音进行监测。例如，起飞总重为二百吨的飞机，起飞时的噪音限定在一百零四分贝以内，其监测点位于开始滑跑后的5.6公里处（图一），此时飞机大约离地180～360米高；着陆时的噪音不得大于一百零六分贝，其监测点位于飞机触地前1.8公里处，此时飞机大约在一百一十米高度上；跑道两侧的噪音不得大于一百零六分贝，其监测点的位置对于双发或三发的飞机来说，距跑道四百米，对于四发飞机则距跑道五百六十米。



图一　飞机噪音监测点示意图

因此，设计飞机时，应当尽可能地采取必要的措施，以减少飞机的噪音。在一般的飞机中，噪音主要来自发动机，尽量减少发动机传出来的噪音，就成为目前发动机设计中很突出的一个问题。

减少发动机传出的噪音，可以从两方面考虑。首先，减少发动机工作时产生的噪音。其次是采取措施将发动机已产生的噪音吸收、消除一部分，使传出的噪音降低。当然，后者是消极的治标办法。目前，这两种方法在民用发动机上都在使用。

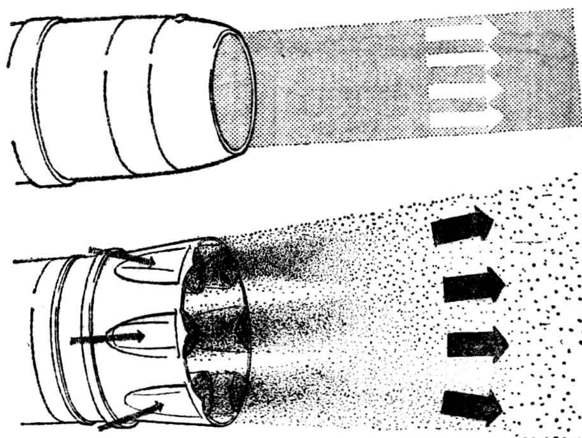
消音器

从《飞机的噪声》一文中知道，燃气涡轮发动机的主要噪音源是喷气射流噪音和叶片噪音。在涡轮喷气发动机中，喷气速度达每秒五百五十到六百五十米，喷气射流产生的噪音强得多，所造成的噪音场声强约为一百二十分贝。喷气射流噪音是由于射流与外界大气掺混产生紊流造成的。所以，只要加速射流与大气的掺混速度，减小射流与外界大气的相对速度，就可以削弱噪音强度，达到消音的目的。目前，在一些民航客机上，装在发动机尾喷管后面的消音器，就是利用这个道理削弱噪音(参看图二)。

现在的消音器大致分为波状、耳瓣式和多管式等三种。

波状消音器　参看图三，在消音器外壳上开若干个缺口，在每个缺口下焊一个波形风斗。当高温高速燃气从发动机的尾喷口排出时，会引射一部分冷空气由缺口进入风斗，然后由风斗的出口流进热气流中，大大地增加了冷、热气流的掺混面积，加快掺混速度，缩短了混合时间。

耳瓣式消音器　参看图四，消音器的中心作成小喷管，外边围以六到八个以上的耳瓣，每个耳瓣内焊有耐热钢板，将耳瓣分成几个小通道。高温燃气流出时，被消音器的中心喷管与多耳瓣室分成很多小股气



图二　削弱喷气噪音的原理图

流，而四周的冷气却被排出的高速气流带动，由耳瓣之间的空间流过，增大了冷空气与热燃气的掺混面积，从而降低了噪音。

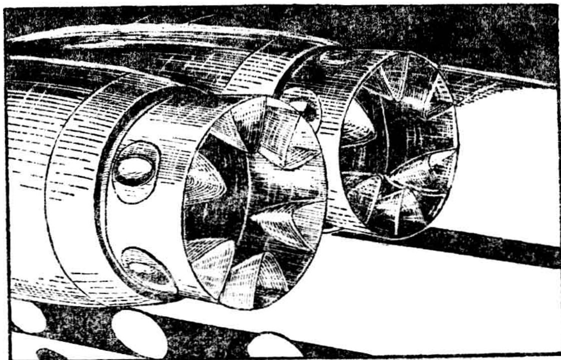
多管式消音器　它是由长短不同的数十根细小的喷管所组成(图五)。高温燃气被消音器分成几十股流入大气中，显然扩大了冷热气流的掺混面积和速度，使噪音得到降低。

采用这些消音器后，喷气射流噪音可以降低五到十分贝，但是，它却增大了发动机的重量，加大了气流损失，使推力和耗油率均有所恶化。此外，消音器处于高温燃气流中，也容易烧坏。

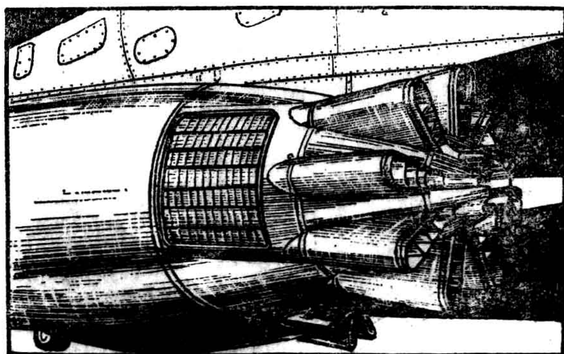
设计上的考虑

我们知道，喷气射流的噪音强度大约与喷气速度的八次方成正比。因此，在推力不变的情况下，减小喷气速度，使噪音显著下降，是消音的理想途径。涡轮风扇发动机能达到这一要求。

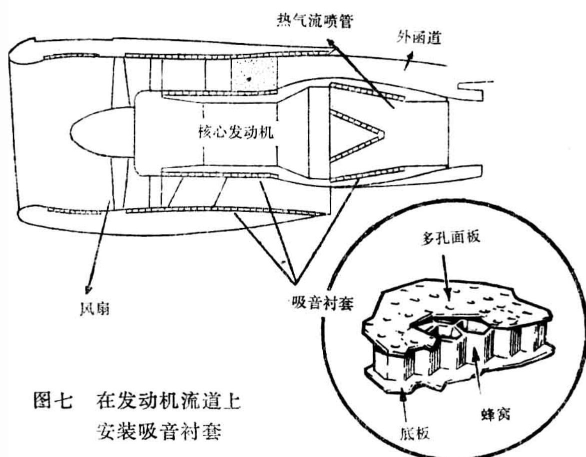
从涡轮风扇发动机排出的燃气速度比涡轮喷气发动机低得多。低流量比风扇发动机的喷气射流速度约



图三　波状消音器



图四　耳瓣式消音器



图七　在发动机流道上安装吸音衬套

为每秒四百六十米，噪音可降低十分贝；高流量比风扇发动机的喷气速度约为每秒三百五十米，喷气噪音显著降低，但是风扇噪音显著加剧而成为主要噪音源，在采取一些消音措施后，其噪音强度可以比涡轮喷气发动机的噪音小15～20分贝。图六表示不同类型发动机噪音强度的比较。

在低流量比的风扇发动机中，喷气速度虽低，但与叶片产生的噪音相比，仍然占主要地位。因此，在这种发动机的尾喷管上，也可以安装消音器，以进一步降低噪音。

在高流量比的风扇发动机中，由风扇通道流过的空气，比由尾喷管流出的热燃气多4～7倍。这时，主要的噪音来自风扇叶片和涡轮叶片。因此，在这种发动机上，对这些叶片要从减少噪音角度来很好地设计。例如，在风扇叶片前不装进口导流叶片；合理地选择工作叶片与静子叶片的数目；适当加大动、静叶片间的缝隙；仔细地设计叶片的形状等。其中，仅不安装进口导流叶片，就可降低噪音十分贝左右。

如果采用高流量比三转子涡轮风扇发动机作动力装置，那么，飞机在着陆时，就可以在保持发动机推力一定的条件下，缩小尾喷管的面积，使喷气速度加大而降低风扇的转速。虽然喷气噪音加大，但是风扇的噪音大大降低。只要协调得好，缩小尾喷管的面积选择恰当，就能使风扇的噪音降低多，喷气噪音增加少，最后使发动机的噪音降低。显然，这种方法只能在三转子发动机中采用，因为在这种发动机中，风扇是由单独的涡轮带动，降低风扇的转速不会使压气机的转速受到影响。所以，有人认为三转子风扇发动机是最安静的发动机。

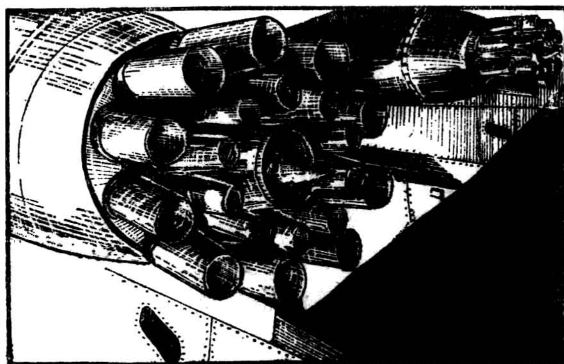
减少外传噪音的措施

除了前面所讲的一些降低发动机噪音的方法而外，是否还有办法降低发动机已产生的噪音，让它传播出去少一些呢？能！这就是在气流流过的通道上，装上一层吸音的衬套，将噪音吸收一部分，这样一来，外传的噪音当然就减少了。这正象一般剧场的墙壁上装有吸音板，将传到墙壁的声音吸收而不让它反射回去影响演出效果一样。

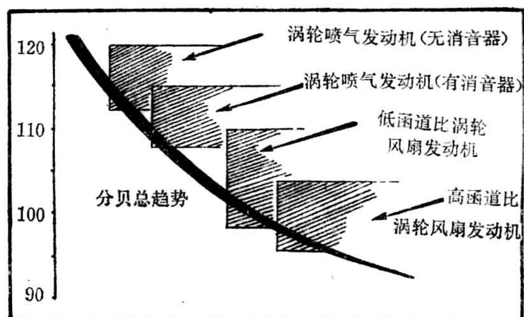
吸音衬套（图七）是近年来为高流量比涡轮风扇发动机发展的一种吸音材料，它是用一层多孔的面板贴在蜂窝结构的基体上构成的。利用面板的小孔与蜂窝的小空穴，将噪音吸收一部分。将这种吸音衬套装在风扇气流流过的函道和热燃气的尾喷管内壁面上，可吸收一部分噪音，而使发动机的噪音降低十分贝，效果是比较好的。但是，装吸音衬套后，不仅使发动机重量有所增加，而且由于气流流过这种多孔的衬套会增加流动损失，因此会使发动机的推力下降一些，耗油率增高一些。

不论采用消音器还是采用吸音衬套，都会增加发动机的一些重量，而且使发动机性能（推力、耗油率）遭受一些损失。因此，在军用发动机上，特别是战斗机用的发动机上，为了不影响飞机的战术性能要求，一般都不采用消音器或吸音衬套来减少发动机的噪音。

·王青生插图·



图五(左)　多管式消音器



图六　不同类型发动机噪音强度的比较



飞行员要求怎样的体质

——谈谈对视觉的要求

吴 孝 感

许多青少年都非常响往长大后能当人民空军飞行员，这就要求认真读马列的书和毛主席的书，不断增强捍卫和执行毛主席革命路线的自觉性；要学习好文化，便于以后较好地掌握飞行技术；同时，还要遵照毛主席关于"**发展体育运动，增强人民体质**"的教导，自觉地锻炼和爱护身体，使自己具有适合飞行工作的健壮的体质。

飞行是在空中进行的，飞行时要受到低气压、缺氧、各种加速度、大气流的颠簸、噪声、温度骤然改变等等因素的影响，不同于地平面上的工作。因此要当一名飞行员，必先经过招收飞行学员体格检查站检查，体格合格后才能到航空学校学习与训练。

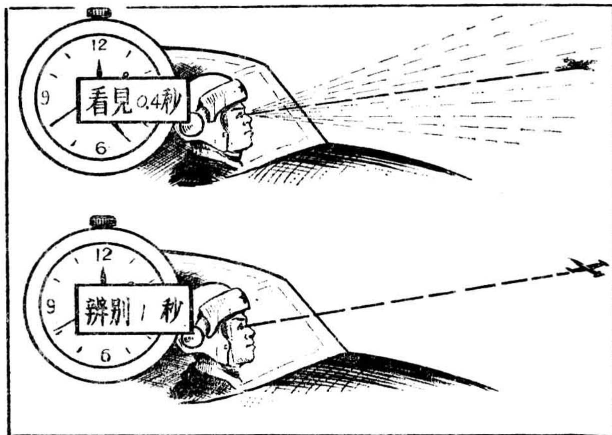
飞行员要求怎样的体质呢？首先我们谈谈关于对视觉的要求。

要有正常的远视力

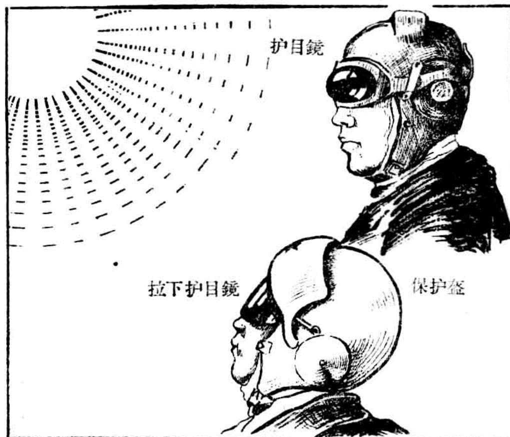
视力是在飞行时，保证准确观看各种物体最主要的视觉功能。现代喷气式飞机飞得快，飞得高，飞得远。若是两架二倍音速的超音速飞机，相对飞行，距离虽隔四公里，只需三、四秒钟就互相冲撞上了。在空战中，谁先发现目标，谁就有可能在空中占有利位置。一个具有正常视力的人，在视野内感觉一个目标后约需化零点四秒的时间才被视中心凹所看到，须要约一秒钟的时间才能将目标辨认清楚（见图一）。通常认为从看到一架飞机到决定采取行动，须要两三秒钟时间。因此，在当前战斗机速度达到二倍多音速，速度每秒接近一千米的情况下，如果由于视力不好而不能及时发现敌机，则往往会丧失战机，或者在空战中处于被动的地位。

飞行员的视力还可帮助判断飞行的速度和高度，尤其是低空飞行时，是从空中往下看，譬如当飞机着陆下滑时，看见地面的房屋、田园和机场由小变大，且向飞行反方向移动，从视觉可以判断飞行的高度和下滑的速度。

视力还往往受到飞行员装备与环境的影响：譬如头戴密闭头盔看东西不太习惯，身穿代偿服，全身有紧压的感觉，也不习惯，这样容易感到疲劳，使视力受到影响。譬如在低空，尘埃、云雾在一定程度上影响能见度。在高空，亮度变化很大，在十公里以上的高空，大气中缺乏水蒸汽，空气密度低，尘埃稀少，使光的散射发生变化，光线很亮，导致"高空目眩"（图二）。另外光的分布和低空不同，从飞机下面云中反射出来的光线，使飞机上方无云天空变得更暗，仪表板上和座舱内部光线微弱，视力减退，有朦胧感。而当飞到二十公里的高空时，大气中没有微粒灰尘的散射，就缺少散射光线，座舱内阳光照射的部位特别亮，未被照射的部位特别暗，亮与暗中间没有半阴影部位，光线差别较大。在天空黑色



图一 视觉的反映速度



图二 高空目眩及护目镜

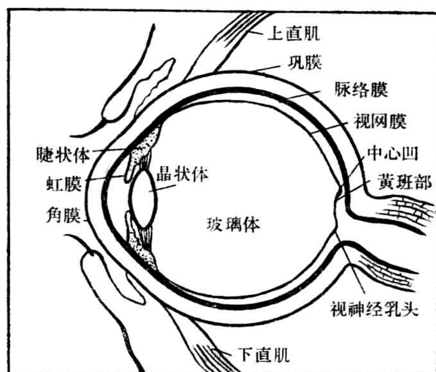
的背景下，物体的暗阴影与背景不易分清，把立体物体看成平面，球形物体看成平面圆形，立体锥体看成平面三角形。在高空飞行还可能出现一种情况，就是高空无云，前面没有物体供眼球发生聚焦，眼球不自主地进行调节，使远处目标不易察觉，待到缩短距离后，才能看见目标，这就叫"高空近视"，超音速飞机也可能由于高空近视发生事故。(只要多看看翼尖或结伴的飞机，可以减少或避免出现高空近视)。

综上所述，飞行员在空中执勤时，在复杂的高空飞行环境中，要注意编队飞行，又要搜索敌机，还要注意座舱内大量的仪表、信号灯，所以不但视力要好，同时反应要快，才能执行好飞行任务。

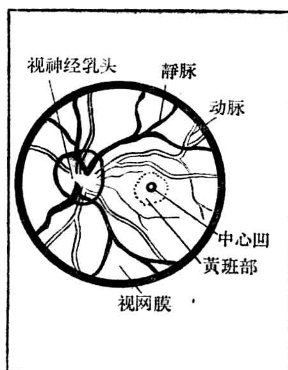
不正常的视力最多的原因是近视及散光，其次是眼睛角膜上云翳以及其他一些眼病。近视的原因除一部份有遗传外，大多数是青少年时期用眼不注意，没有注意保护视力的结果。如何才能保护视力呢？不要在极强的光线或弱光下看书、避免光线直接射入眼内；不要睡在床上看书；不要在行驶中有振动的车船内看书；阅读时，眼球不要离目标太近，书本离眼睛保持一市尺的距离；不要看书过久，阅读四、五十分钟后应休息片刻或看一会远处，注意经常做眼保健操。这些用眼卫生，在青少年时期要养成习惯，持之以恒，就不容易发生近视。其次是眼球角膜受到外伤，角膜创面愈合留下的混浊叫角膜云翳，当云翳接近或挡住视线时，就会视物不清。我国眼科统计一百五十二例的眼外伤，发生在男孩的有一百一十二例占百分之七十四，十六岁到三十岁的眼外伤占百分之五十三，所以在青少年时期要注意保护眼睛不要玩弹弓，避免异物对眼球的损害。当发生各种眼病时，要及时请医生诊断、治疗，避免给视力带来不良影响。

要有很好的眼肌力

飞行员在座舱内，身体的转动是受到限制的，要靠头部及两眼的转动，视野才能广阔。眼球外附着六条肌肉(图三)，即内、外、上、下直肌和上、下斜肌，每个动作，有一条或几条肌肉对抗牵制才能达到协调。我们有两个眼球，它们的动作要注视在一个目标上，使物象同时落在两个眼球视网膜的中心凹上，通过视神经传导至后脑融合，成为一个形象，这叫双眼单视，若是两眼肌力发生不平衡，这就会出现一眼偏斜，俗称"斜眼"，看物体就成双象，叫作"复视"，而那只偏斜的眼睛的视力一般讲都是不良的。还有一种潜伏性的斜视，叫作"隐斜"，平时要用力使眼肌力平衡，才能保持双眼单视作用。若是目力使用过度或精神过度疲劳时，隐斜可以暴露出来而出现复视，在阅读画报时发生眼花串行，这种情况会影响飞行任务的完成。隐斜有程度不同，轻的一般不发生症状，所以在招收飞行员时用一种隐斜计的仪器来测隐斜的度数，严重的隐斜也是不宜作飞行员的。飞行员可容许一定程度的隐斜。在青少年时期，要注意有无眼肌力不平衡的现象出现，如果发现看一物成双或眼球有偏斜现象，要及时接受医生的指导，进行必要的治疗或眼肌训练。平时要多参加保持眼肌力平衡的有关运动，如打乒乓球、兰球以及射击、射箭等运动。



图三　眼的断面模型



图四　正常眼底（左眼）

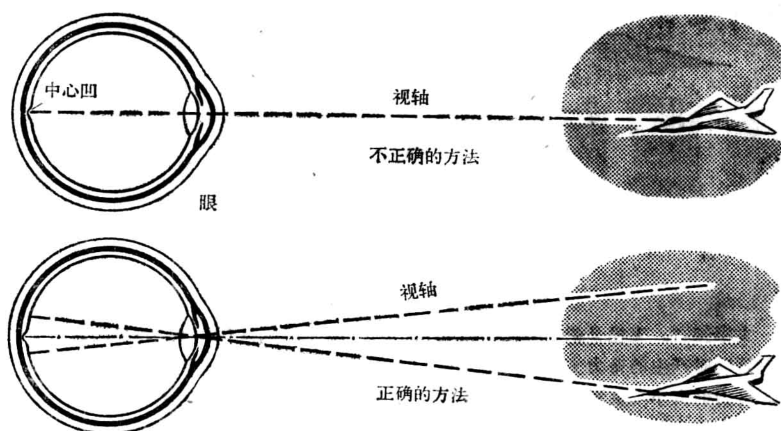
要有好的色觉

正常的眼睛不但能够看出物体的形状，而且还能辨别波长不同的光波。人眼所能感觉到的光，只占能量光谱中的很小一部分，即波长为四百到八百毫微米的部分，这比宇宙线，爱克司光线及紫外线长，但比无线电波和红外线短。各种波长的光波可以发出各种色调，因此眼睛能够辨别各种颜色。

正确地辨别各种信号的颜色，对飞行员来说是非常重要的，白天飞行时，要辨别各种颜色的信号；夜间飞行时，更要辨别各种颜色的信号弹和信号灯。

眼睛辨别不出几种颜色的叫作"色盲"，色盲患者是红绿色盲居多。能辨别出各种颜色而模糊不清的叫"色弱"，色弱的人需要在较近的距离显著地增加信号的亮度，长时间地暴露颜色才能辨别信号。具有正常色觉的人，在高速飞行中，对信号颜色的感受，要受信号闪光时间长短的限制，闪光时间太短就不易辨别颜色。此外，飞行高度对

于色调的感觉也有影响，例如，在三千米的高空，绿色、兰色看起来要淡，在五千米的高空，绿、兰、红、黄依次变淡，再飞高，看各种颜色都要变成灰色。充满烟雾和灰尘的天空、雨天、雾天都会减少各种颜色的亮度，这对色觉正常的人都会发生困难，色弱的人就更感困难了。因此不但色盲的人不能当飞行员，而且色弱的人也不能当飞行员。色盲大多数是先天性，目前尚无法医治，若发现自己是色盲或色弱，则不适宜当飞行员。



图五　在暗淡光线下观看目标的方法

要有正常的夜间视力

夜间飞行时，机场、天空的照明度与白天有巨大的差别。座舱照明与外界环境之间也有明显的差别。这种情况给视觉以很大的影响。在夜间天然照明条件下，中心视力可急剧降低到0.04--0.1，给辨认座舱外目标或判断距离造成困难。

飞行人员必须具备良好的夜间视力，也就是在微弱光线下眼睛观察物体的能力，其中包括“暗适应”。什么叫暗适应，譬如说电影院已经放映，我们突然由亮处进入电影院，就看不清楚座位及观众，等几分钟后才能逐渐看见，就是眼睛在暗处产生了适应能力，也就是对光的敏感度增高了，这种适应过程就叫“暗适应”。各人适应的时间不同，有快有慢，这是因为这种暗适应有个体差异。电影院不太黑，适应很快，但是在绝对的黑暗下，平均要经三十分钟才能达到最高的敏感度，但这种敏感度，还只能看到比背景亮或比背景暗的对比目标。白天视力是目标光射到视网膜中心凹的视锥体(图四)，这种“视锥体”密集在中心凹处，愈向周边愈稀少，而暗适应是“视杆体”的机能，每平方毫米中视杆细胞约十万个，但这种视细胞在中心凹处极少，周边部逐渐增多。它含有一种物质叫“视紫质”，视紫质在亮光下分解，进入黑暗环境后视紫质逐渐恢复，才能看到暗处物体。所以夜间飞行要学会将无光的目标投射到中心凹的周边，即偏离视轴十度到二十度(图五)，进行观察最能及早获得形象。在夜间飞行以前，可先戴上红色眼镜三十分钟，这可以保持较长时间的暗适应，这是因为视杆体内的视紫质不吸收红色光，（红光即波长超过六百毫微米的光线）。但是视紫质对波长五百一十毫微米光线最敏感，也就是绿兰色，所以仪表刻度一般都用这种颜色，涂上萤光则更好。若是夜间飞行遇到空中闪电时遮住一只眼睛，能有利于保持暗适应。缺氧对暗适应也有影响，在一千二百米高度暗适应降低百分之五，一千八百米处降低百分之十，三千米处降低百分之二十，四千八百米处降低百分之四十，所以夜间飞行更要及时供应氧气。吸纸烟可以造成缺氧，连续吸纸烟三支，可使暗适应降低百分之二十五，飞行员最好不要吸烟。青少年更不要吸烟，以免养成习惯。

平时造成夜间视力不好，最长见的原因是缺乏维生素甲，或胃肠道疾病引起的对营养吸收不好，屈光不正，视网膜疾病等，常见的症状是走夜路困难，如果发现这种情况就要及时查明原因进行治疗。即使暗适应良好的，也要学会夜间眼球稍为偏斜观察物体的方法，有条件还可以利用黄昏，月夜时组织打乒乓球、排球、溜冰等提高在微弱光线下观察物体的能力。

飞行员在空中执勤时，无论在高空或低空飞行，要在很远的地方极快地发现目的物，就是视觉感受到物体和背景之间的对比，这叫作“眼的对照敏感性”。虽然在飞行时一般有地面无线电指挥，但眼的对照敏感性在空中搜索中是很重要的功能。这种对照敏感性以最小的亮度差别能力来衡量，就是当亮度变化在0.013到0.64斯梯勃（亮度的强度）的限度内来衡量。在缺氧情况下，对照敏感度要降低。可以在夜间看天上的星星，在白天观看空中极远处的目的物，或采用眼球的转动，每隔五到十度停顿一秒钟的循序在天空扫视方法来锻炼，有坚强的意志，天天苦炼，可以炼出灵活的对照性。

总之，要想当一名飞行员，眼睛是非常重要的，对于飞行员眼睛的要求，也是严格的。有志于当飞行员的青少年们，平时要保护好视力，保护好眼睛！

题图设计：张太昌

机翼的升力分布

王航红　丁金明

大家知道，飞机是依靠机翼与空气相对运动时产生的升力支持在空中飞行的。升力的大小与机翼上下表面的压力分布情况有密切的关系。那么，分布情况究竟是怎样的呢？上下表面是一样的吗？对于这个问题，可能有不少同志会毫不犹豫地回答说："那当然是机翼下面上托的力大了！"为了弄清楚这个问题，让我们先来看一个实验。

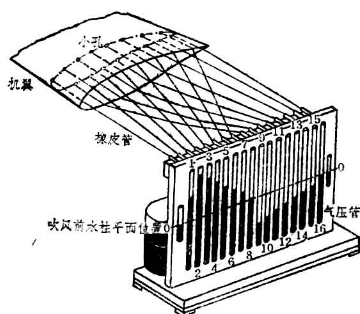


图　一

在一个机翼弦向的某一剖面位置上，沿着上下表面钻一些小孔，用橡皮管将小孔与多管气压计上的气压管按顺序分别连接，此时我们看到，各气压管内水柱平面都在零线位置上。然后将此机翼放在风洞中吹风，当空气流过机翼表面时，气压管内水柱平面位置就发生了变化，有的被吸至零线之上，有的被压至零线以下。图一所示为机翼在正迎角时的压力指示情况。图中，水柱超出零线的，表示这一点的气压小于大气压力，其差值就是吸力。超出零线越多，说明吸力越大；水柱低于零线的，表示这一点的气压大于大气压力，其差值叫做压力。低于零线越多，说明压力越大。图二就是通过风洞实验所得到的机翼在四种迎角时的压力分布图。图中，箭头朝外的，表示吸力；朝里的，表示压力。箭头的长短表示吸力和压力的大小。

由于机翼呈双凸型，在机翼迎角为零度时，气流流经机翼，就会在上下表面受到压缩，因此流速加快，压力减小，气压管内水柱平面均被吸至零线以上。不过，由于上表面较下表面凸出更厉害，气流受到压缩就大些，流速就更快，压力就更小些，所以气压管的水柱平面1～8较9～16更高些。其压力分布如图二甲所示。

在中等迎角时，连接1～8点的气压管的水柱平面就被吸得更高了。这是由于机翼上表面前部的流线更为弯曲，气流流速进一步加快，吸力更大的结果。在机翼下表面的气流，由于受到机翼阻挡，流速减慢，因此产生压力。连接9～16点的气压管的水柱平面随之降到零线以下。其压力分布如图二乙所示。在一定范围内，机翼迎角越大，气流在上表面产生的吸力和在下表面产生的压力也越大，机翼的升力也就越大。

在机翼迎角超过临界迎角后，由于气流绕机翼前缘的角度太大，不但无法再贴着上表面流动，并且还会在上表面的后部产生涡流区，使气流流速减慢，吸力随着减小。此时下表面的压力虽稍有增加，但得不偿失。于是，机翼的升力明显减小。如图二丁所示。

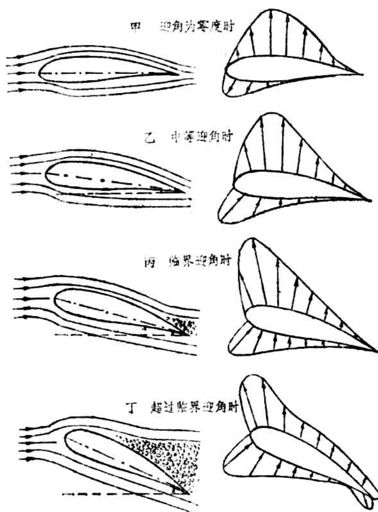


图　二



图　三

通过实验，我们可以看出，机翼的升力主要不是由机翼下表面上托的力产生的，而是靠机翼上表面的压力减小获得的。在中等迎角以上（临界迎角以下），由机翼上表面压力减小而产生的吸力，占机翼升力的百分之六十至八十，下表面的压力则只占百分之二十至四十；在小迎角飞行时，下表面甚至产生吸力，此时，机翼的升力就更要依靠上表面的吸力了。飞机在飞行中，机翼要承受很大的吸力和压力，特别是在上表面的中前部位，吸力最大。因此，机翼的上蒙皮（主要是中前部位）的强度要比下蒙皮大些，连接上蒙皮的桁条和铆钉也比下蒙皮多些。这在歼击机机翼上不很明显，因为歼击机具有倒飞性能的缘故。

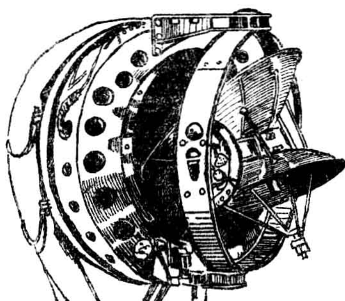
以上讨论的是机翼升力在翼弦方向的分布。在翼展方向，由于机翼面积的变化和翼尖扰流等因素的影响，机翼升力在翼根部分最大，往翼尖部分逐渐减小。如图三所示。因此，机翼结构强度翼尖部分较小，越往翼根部分越大。

了解了升力在机翼上的分布情况，在维护飞机时，就能主动地进行工作，有利于及时发现和处置蒙皮变形、铆钉松动或脱落等故障，这对确保飞机的飞行安全是十分重要的。

题图：王国伦　插图：少　友

本刊更正

本刊一九七四年二月号第二十九页图五中"5.压气机（二级）"应改为"5.涡轮"。六月号第二十二页图二中"航向角"与"航迹角"应互相对调。八月号目录第十二行木楫应改为舟楫；部分杂志中第四页左栏第三行恩格格应改为恩格斯；第四页左栏倒数第三行置装应改为装置；第十一页左栏倒数第六行施措应改为措施；第七页右栏第十三行有的利应为有利的。



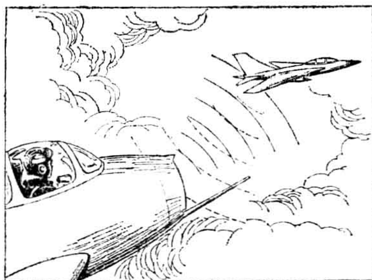
浅谈军用机载雷达

思冀　育农

雷达是现代军用飞机中的重要装备，它不仅用来导航，测绘地形；而且用来识别敌我，搜索拦截敌机，轰炸瞄准……

雷达是一种用以测定空中、水上或地面目标位置的无线电设备。第一次世界大战以后，由于飞机的速度逐渐提高，国防上急需一种能在远距离发现敌机的工具。雷达就是在当时防空需要的背景下出现的。"雷达"这二个字是外文译音，它的正确名称应当是无线电定位，意思是利用电磁波来测定目标的位置。用电磁波来测定目标的位置，不但速度快（因为电磁波的传播速度每秒三十万公里），而且又能在夜间及任何气象条件下工作。因此近数十年来，雷达的发展十分迅速。

随着雷达技术的发展，雷达的用途也越来越广，在地面上，雷达可用来防空，也可用来探测气象，进行交通管制，为工农业生产服务。在飞机和舰艇上，雷达不仅是必不可少的导航设备之一，而且又是战胜敌人的重要武器。



图一　主动式雷达

机载雷达的分类

机载雷达种类繁多，但按其基本作用原理来分，不外乎下列几种：

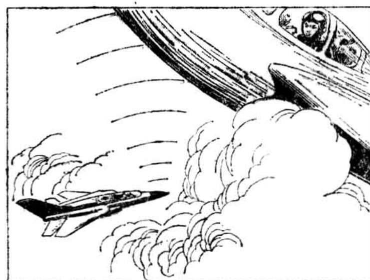
一、主动式，如轰炸导航雷达、气象雷达、地形测绘雷达、搜索雷达、火控截击雷达等。这些雷达的用途各各不同，但都是通过天线发射电磁波，并接收从目标反射的回波（图一）。电磁波在空间传播的速度等于光速，由于电磁波的传播速度基本不变，因此只要测出发射电磁波到接收回波的时间，就能确定出到目标的距离。另外，根据搜索到目标时的天线指向，可以确定目标的方向。

二、被动式，如电子侦察机，它只有接收机，用以探测敌方辐射的电磁波（图二）。这种雷达不辐射电磁波，因此不易被敌方发现。

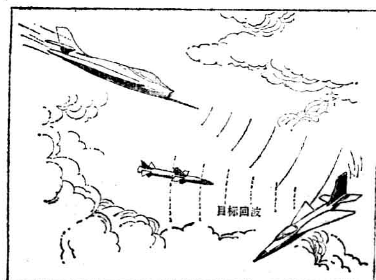
三、半主动式，这种雷达系统用来引导导弹摧毁敌机。当我机雷达搜索到目标后，就继续向目标照射电磁波，到达一定距离时我机就可以向目标发射导弹。在导弹上装有尺寸小、重量轻的接收机，接收从目标反射的电磁波，引导导弹摧毁目标（图三）。

四、询问应答式，即二次雷达，如敌我识别器。当发现目标时，就发出询问信号，在目标上装有应答器，接到询问信号后就进行应答。这和哨兵使用"口令"一样。如果回答的是预定信号，那就是我机（图四）；如果回答的不是预定信号或不作回答，那就是敌机。

由于飞机内部的安装位置和载重量都有一定限制，而且又要安装很多其他设备，所以一架飞机只能根据需要和可能，安装几种必不可少的雷达。例如，图五所示的轰炸机装有：一、轰炸导航雷达，用以飞向目标区投掷炸弹；二、搜索雷达，用以搜索前方和上方的敌机；三、护尾雷达，用以防备敌机咬住尾巴；四、火控雷达，用以跟踪目标并在火力控制范围内发射导弹或使机关炮开火。此外，还有敌我识别器、侦察干扰机、盲目着陆雷达



图二　被动式雷达



图三　半主动式雷达

等。如果要从低空进行突防，为了防止与地面突起物相撞，还必须装备地形跟随和地形回避雷达。又如图六所示的歼击机，除了导航雷达外，只装有火控截击雷达、护尾雷达和敌我识别器。

机载雷达的特点

机载雷达有哪些特点呢？

一、体积小。飞机内装满了各式各样的电子设备和其他装置。真象罐头盒装鱼那样，挤得满满的。**机载雷达和其他航空电子设备一样，必须做得很小。**当然，飞机大小不同，机载雷达的大小也有差别，如轰炸机的雷达，就可以比歼击机的雷达大一些。

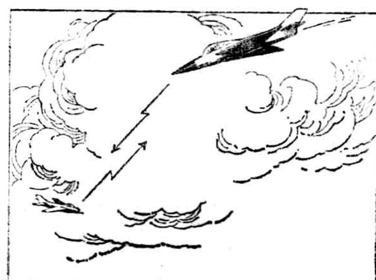
二、重量轻。飞机的载重量有一定的限度，它对飞机的速度、机动性和航程有着直接的关系，而且重量的分布也有所要求。机载雷达也不能太重，一般不过几十或几百公斤。

这里必须说明一下，虽然机载雷达体积小、重量轻，但“麻雀虽小，五脏俱全”。机载雷达在工作原理和结构组成方面，仍和一般的雷达相同。

三、操作、维护简便。除了大型飞机配有雷达操纵员外，一般机载雷达往往由飞行员兼管。由于飞行员的驾驶任务极其紧张繁重，所以雷达的操作使用必须尽量简单，自动化程度越高越好。另外，当飞机在停机坪或机库内进行维护检查时，对雷达的维修检测也应该很方便。

四、环境适应性很强。飞机的飞行环境条件恶劣，有时高空飞行，有时低空掠过，有时又作机动飞行，所以机载雷达和其他航空电子设备一样，往往会受到振动、冲击、高温、低温、低气压和潮湿的影响。另外，地物及海浪的杂波反射也会对雷达的性能带来很大的危害。在这些环境条件下，要求雷达仍能正常工作。

五、雷达的结构必须适应飞机的结构。为了不致于破坏飞机的空气动力特性，从而影响飞机的性能，而且又要能装入飞机，雷达的结构形式必须按照飞机机身内空间位置的形状进行设计。同时还要考虑通风散热和减震等问题。通常，还



图四　询问应答式雷达

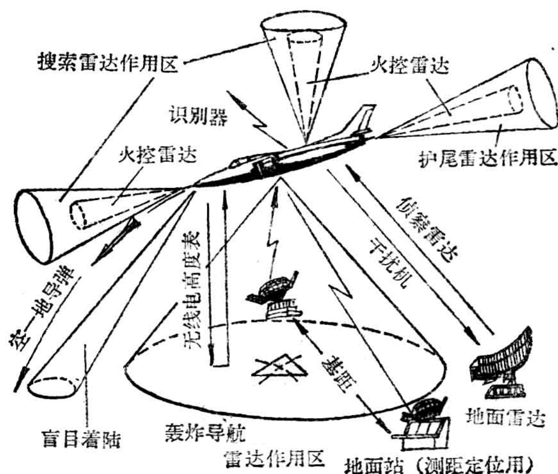
必须在雷达天线外面罩上整流罩。

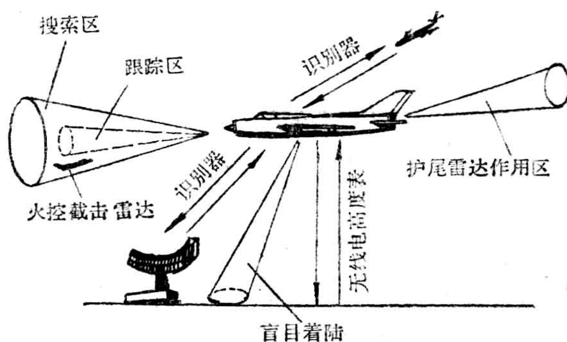
六、消耗电力要小。机载雷达直接由飞机的机上电源供电。一般多由高频交流电源及直流低压电源供电。因机上用电户很多（请参看本刊今年二月号封三）。发电能力有限，所以雷达的耗电量不能太大。

现状及今后发展趋向

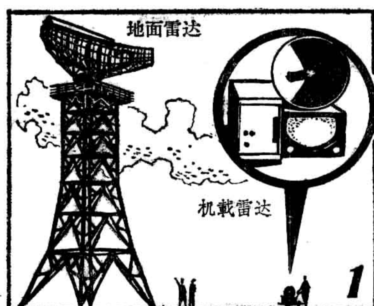
与地面或舰载雷达相比，机载雷达发展较晚。随着航空技术的飞跃发展，雷达技术和电子元件水平的不断提高，机载雷达也已有了很大的发展，达到了较高的水平，与早期简单的机载雷达相比，取得了以下一些进展：

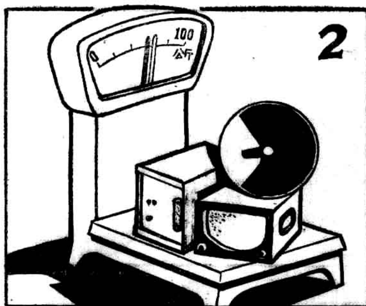
一、性能改进。早期的机载雷达不但笨重，而且看不远（一般为几公里到几十公里）、精度低、鉴别力差、图象模糊、缺乏抗干扰能力。现代机载雷达的作用距离有了





图六（上）　歼击机上装备雷达示例
图五（左）　轰炸机上装备雷达示例







图七　机载雷达的特点：1-体积小；　2-重量轻；　3-操作、维护简单；

显著提高（一般空—地火箭控制雷达达到一百至二百公里、远程警戒雷达达到五百至六百公里），测量精度和鉴别力也获得了改善，而且多半具有抗干扰能力，有的还能作动目标显示。

二、体制和技术多样化。早期仅仅采用脉冲雷达一种。现在可采用连续波、单脉冲、脉冲多普勒等体制，而且采用的技术也多种多样，如各种低噪声放大器、数字处理技术等等。

三、多功能和多目标。以往一种机载雷达只能起一种作用，而且只能用来对付单个目标。现在有些雷达已作到一机多能（称为多功能或多用途机载雷达），如一部雷达可以兼有火控截击、地形测绘、地形跟踪、地形回避或导航等作用。有的雷达可用来同时对付二十多个目标。采用相控阵机载雷达，实现多功能，对付多目标，是当前发展的新动向。

四、小型化和微小型化。早期的机载雷达，全部采用电子管（即所谓第一代机载雷达）。工作波长比较长，天线尺寸也比较大。现在的机载雷达，不但工作频率提高，而且已普遍作到除个别管子（主要是发射管）外，已全部采用晶体管电路（即所谓第二代机载雷达）。个别雷达已开始采用集成电路。

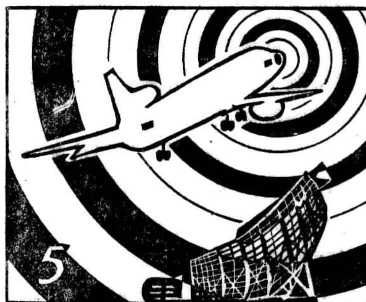
五、操作和检测自动化程度提高。早期的雷达完全由人工操作，工作时只能进行最简单的性能检查。现代的机载雷达，操作的自动化程度有了提高，一般可半自动化，而且机内还配有自检电路，可以定时按自动程序检查雷达的主要性能，自动隔离和指示出故障电路。由于在结构上采用了插入式部件和滑轨装置，因而可以比较方便地进行维修和更换。

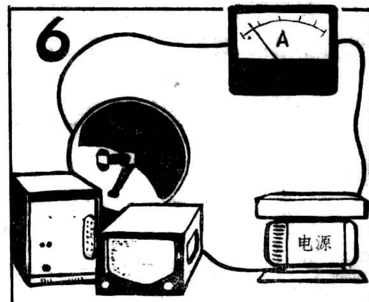
“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”机载雷达仍在继续发展，还远远没有达到尽善尽美的程度，不过它的发展深受飞机发展的影响。大致说来，当前的主要发展趋向是：一、进一步提高性能，如：采用相控阵技术、全息照相技术、数字化技术等等，使雷达测量精度更高，目标容量更大，用途更多，分辨力更强。二、作得更小、更轻，主要是广泛采用各种集成电路，即所谓第三代机载雷达。三、提高可靠性，把目前已达到的几十到几百小时出现一次故障的平均水平，再提高一步，比如提高到一千多小时。四、研制综合体，通过各种装置的微小型化，把“雷达—红外—激光—电视”系统拧成一团，组成光—电综合体，这样就可取长补短，更好地发挥整个系统的作用。五、研究能用于机载雷达的新理论、新技术和新设计方案。比如最近有人提出了一种检测动目标的新设计方案，它是利用多波束和控制天线图形的零位来实现的。

上面简略地介绍了机载雷达的情况。关于其中一些雷达的工作原理、性能和特点等，我们今后将分篇陆续向读者介绍。

插图：沈亦勋、章振业、吴棣







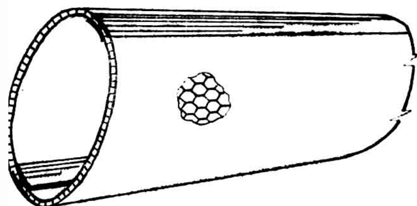
4-环境适应性很强；　5-必须适应飞机的结构；　6-消耗电力要小。

玻璃钢滑翔机

吴义阁　　单德中

玻璃钢是一种新型材料，近年来在航空工业上得到了比较广泛的应用。在毛主席"**独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国**"的伟大方针指引下，我国一些厂所在无产阶级文化大革命中，成功地试制了一种全玻璃钢滑翔机，这是毛主席革命路线的伟大胜利，是无产阶级文化大革命的丰硕成果。以下这篇文章，介绍这种滑翔机的制作情况。

制造滑翔机一般是采用航空木材。航空木材要求严格，从选材到加工成可用的航空材料，消耗很大，成本较高。能不能采用新技术、新材料制造滑翔机呢？这是给滑翔机研制工作者提出的新课题。在伟大的无产阶级文化大革命中，在毛主席"**抓革命，促生产，促工作，促战备**"的伟大号召鼓舞下，我们参加了试制全玻璃钢滑翔机的工作。在上级有关部门的领导下，由工厂和科研单位紧密协作，组成了有工人、领导干部、技术人员参加的三结合小组，负责进行这项试制工作。



图一　机身后段蜂窝夹层结构

实践出真知

在科研单位对材料基本性能研究的基础上，我们首先对玻璃钢在滑翔机上应用进行了逐步研究和试验。先把玻璃钢应用在非受力的复杂曲面部位，充分利用它成型方便的优点，例如：整流包皮、翼尖罩等地方。接着应用于受力较小的部件上，例如：尾翼等部位。在保证原结构强度的条件下用玻璃钢代替木材的办法进行对比，通过静力试验及初步飞行使用，证明无论在强度、刚度、重量等各方面，玻璃钢都能代替航空木材，用来制造飞行速度较低的滑翔机。

"实践出真知"。我们从完全不懂，经过摸索，反复实践，用了几年的时间，积累了一定的经验，开始了制造全玻璃钢滑翔机。

玻璃钢是由玻璃纤维或玻璃纤维织成的布、带与树脂组成的复合材料，又叫做玻璃增强塑料。玻璃纤维有很高的机械强度，它与树脂组合在一起，就类似钢筋在水泥构件中的作用。树脂是组成玻璃钢的基本材料，又作为胶粘剂使用。玻璃钢具有重量轻、强度大、便于在制造过程中做成各种形状的优点，但是它的弹性模量较小，在结构应用上受到了一定的限制。

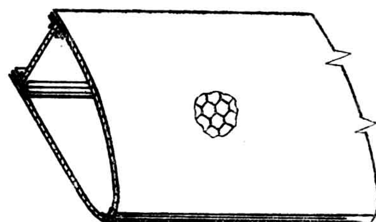
在试制玻璃钢滑翔机中，我们采用的全部都是国产材料。主要材料是环氧树脂与玻璃纤维（包括玻璃布、带、玻璃丝束）组成的玻璃钢。制成后，它的强度相当于铝合金，能够在摄氏零下六十度至六十度范围内工作。

玻璃钢滑翔机的结构

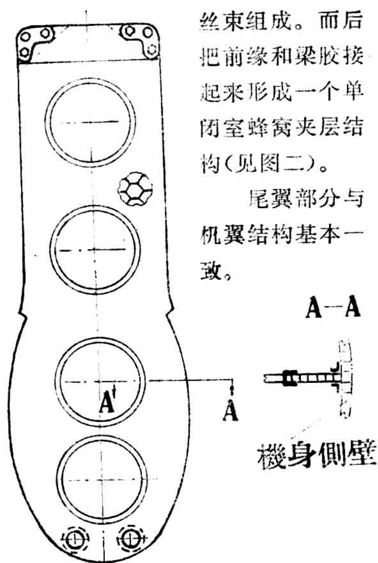
为充分发挥玻璃钢重量较轻强度较大，便于成型的优点，克服弹性模量较小的缺点，使结构达到设计的强度、刚度要求，我们反复进行了多种夹层结构试验。经过分析对比决定采用蜂窝夹层结构。玻璃钢蜂窝夹层结构在实验中是比较理想的，不但满足了强度、刚度要求，而且使滑翔机结构简化了，在工艺上能做到整体成型，气动外型比较准确，表面光洁度也有了提高。

机身：从对称面对分，做成两大块蜂窝夹层壁板；然后胶合起来。胶合处用玻璃带加强，形成一个"工"字梁，这样就做成了一个完整的筒状机身（见图一）。

机翼：前缘部分做成两块蜂窝夹层板对合；大梁腹板也是蜂窝夹层板，大梁的突缘用玻璃带和玻璃



图二　机翼前缘蜂窝夹层结构



图三　加强框的典型结构及其连接

丝束组成。而后把前缘和梁胶接起来形成一个单闭室蜂窝夹层结构(见图二)。

尾翼部分与机翼结构基本一致。

为各部件连接的方便，也采用了少量的机身隔框和翼肋，它们都由平面蜂窝夹层结构制成。框、肋分别与机身壁板，机翼的梁胶接，在胶结部分用玻璃带做一个较弱的突缘（见图三、四）。

接头仍然用金属材料制成。接头与玻璃钢结构的连接同时采用胶接和螺拴连接。凡在玻璃钢上打孔的地方，由于切断了纤维，局部强度就有所减弱，挤压强度也受影响，为此，在连接部分用树脂加二氧化硅粉局部充塞蜂窝孔进行加强，使玻璃钢与金属接头的连接得到了比较合理的解决。

在结构中合理铺设玻璃布、带、纤维束，是个重要的问题。玻璃布、带在织造过程中可以使它们在经、纬方向得到相同或不同的强度。根据结构受力情况，采用不同的铺设方向，不同的层数，使用强度要求不同的布、带，就能充分发挥材料特性，得到合理的结构。这是玻璃钢在应用上重要的优点。

滑翔机的主要数据

我们制成的首批双座训练用滑翔机，前座舱有飞行仪表。也可以在前舱单座飞行。使用绞盘车牵引起飞。为了使用方便，座舱部分只有前风挡，没有座舱罩。

滑翔机主要数据如下：

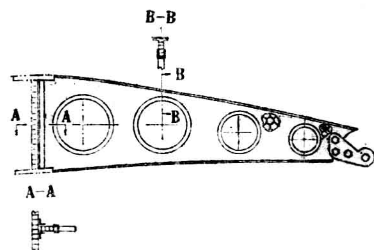
翼展	13米
翼弦	1.4 米
翼面积	18 平方米
展弦比	9.28
机身长	6.7 米
机高	1.6 米
滑翔比(升阻比)	13
最大速度	150 公里/小时
最小速度	50 公里/小时
空机重量	170 公斤
最大飞行重量	325 公斤

滑翔机试验与试飞

我们在研制过程中对材料做了大量基本力学和夹层结构试验。这些试验积累了一些有用的数据，在工艺方法上也进行了很多摸索，为在短期内转入生产创造了条件。

首批玻璃钢滑翔机试制了三架，一架用于结构静力试验，一架用于性能试飞，另一架用于寿命试飞。

在静力试验中证明，玻璃钢蜂窝夹层结构能够满足滑翔机的各种



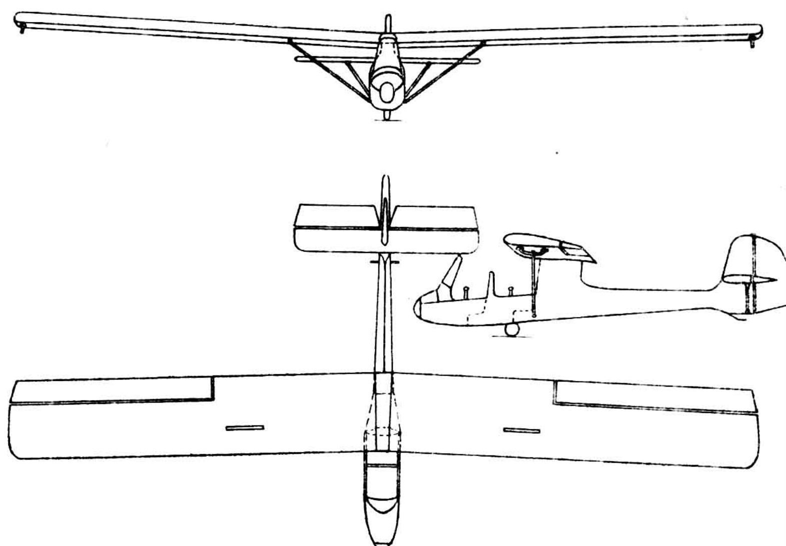
图四　加强肋的典型结构及其连接

设计情况的强度要求，还有潜力。例如：机身和尾段试验载荷达到设计载荷的160%；机翼试验载荷为设计载荷的 200%，结构完好；当试验载荷为设计载荷的120%时，水平尾翼结构完好，只是钢制支撑弯曲了。

试飞结果表明，滑翔机性能符合设计和使用要求。滑翔机制成以来，经过数千次的飞行，证明它比同种木质滑翔机寿命要长很多，并有不怕风吹、日晒、雨淋的优点。半透明结构还便于检查维护，容易发现结构内部的变化。制成后多年来老化进程也比较缓慢。

用玻璃钢试制滑翔机还仅仅是玻璃钢应用的一部分，随着航空事业的发展，今后玻璃钢必将在我国得到更为广泛的应用。

·洪新民插图·



图五　玻璃钢滑翔机三面图

本期封面

海上雄鹰缚蛟龙

本栏解说：刘志斌

在碧波万顷的黄海海面上，只见一架架战鹰拖着一条条“白龙”，卷起数十米高的浪花，腾身跃上万里晴空，展翅高飞。然后，又对着茫茫大海，迎着翻腾的巨浪降落下来，熟练地放下橡皮艇进行着操纵练习。这里，就是海军航空兵某部一支水上飞行大队在紧张地进行着水上战斗训练。

台风刚过，水上飞机场风狂浪高，气象十分恶劣。这时，上级命令水上飞行部队立即出动寻找一批被台风刮得下落不明的渔船。副大队长辛启轩亲自驾上战鹰，迎着怒涛滚滚的海面，冲破层层巨浪，直上万里云天。

辛启轩驾驶战鹰在海面上空盘旋搜索，经过四个多小时的艰苦战斗，找到了失散的第一、二批船队，但还有一些渔船仍未找到。第二天，他们又继续起飞三架飞机进行搜索，陈广立驾驶的飞机刚一升空，迎面就遇上了乌云，狂风卷着豆粒大的冰雹密集地打来，飞机在强烈的气流中剧烈地抖动。为了让渔民兄弟尽快脱险，陈广立勇敢顽强搏击风雹，终于冲出云层。但这时，海面雾大，什么也看不见，他们决定作超低空飞行，把飞行高度下降到一百米、七十米、五十米；最后，几乎是贴着浪花飞行。经过五个多小时的搜索，终于找到了被台风刮散的最后一批渔船。

有一次，水上飞行部队接受了一项测绘海图的任务。指定测绘的海区，礁石林立，恶浪咆哮，水文气象十分复杂，气浪很不稳定。大队长寇万通和飞行员赵春家分别驾驶着飞机，在激烈的气流中飞行，就象在大海怒涛中航行的一只小船，忽儿被上升的气流推上几十米，忽儿又被下降的气流压得倾斜过来。要获得测绘的准确数据必须使飞机保持固定的高度、速度和航向。当时，正值盛夏，烈日当空，骄阳似火，耀眼的阳光透过座舱刺得他们两眼火辣辣的，再加上舱内气温高达四十多度，整个机舱象个大蒸笼，飞行服全被汗水湿透了。但是，他们顽强战斗，全神贯注看着海面和仪表，把战鹰操纵得平平稳稳，准确地航行在规定的航线上，经过多次奋战，胜利地完成了任务。

再一次，我国远洋货轮“和平三十一号”正满载着物资在远离大陆一百多浬的海面航行，轮机长唐炳生突然患急性阑尾炎，当时船上又没有进行手术的必要设备，情况十分紧急。当水上飞行部队接到抢救这一病员的命令时，只见水上飞行大队的机场上空，一颗绿色信号弹升起，水上战鹰迅速升上了天空。深海海面，涌大浪高，飞机一接水，咆哮的巨浪劈头盖脑地从机翼上翻过去，压过来。飞行人员怀着对人民群众深厚的阶级感情，勇敢、沉着地操纵着，飞机象一把锋利的尖刀，劈开浪峰，跨过浪谷，勇猛前进，按上级指示迅速地把唐炳生接到大陆进行手术抢救。

十多年来，这些水上飞行战士在警惕地守卫着祖国海空的同时，牢记毛主席关于**“全心全意地为中国人民服务”**的伟大教导，驾驶着矫健的水上雄鹰，劈风斩浪，穿云破雾，一次又一次出色地完成了海上抢险救生、支援社会主义建设的任务，在万里海空谱写了一曲曲军民鱼水深情的壮丽凯歌。读者们从本期封面照片所看到的情景，就是一架海军航空兵的水上飞机正降落在海面上，进行水上救护的情景。照片拍摄时，用的是彩色反转片，胶卷速度十九度，光圈十一，速度一百二十五分之一秒。

△第七届亚洲运动会将于今年九月在伊朗首都德黑兰举行，我国派出由男女运动员二百七十四人组成的代表团参加这届比赛，这是我国派遣到国外参加国际体育比赛规模最大的一个体育代表团。据第七届亚运会组织委员会出版的《特刊》报道，在这届体育盛会开幕前夕，伊朗将有一座新的通信卫星地面站天线投入使用，使运动会的实况能够通过人造卫星向其他国家转播。

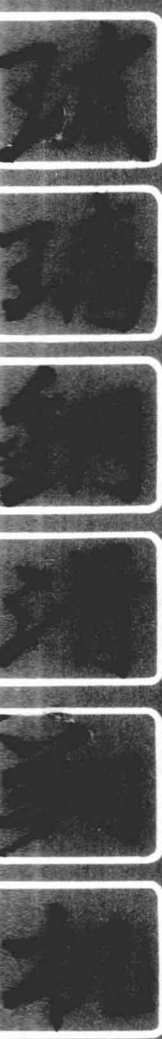
伊朗新建的这座天线价值八百万美元。它座落在伊朗西北部的哈马丹市附近。这里原来已经有一座地球卫星的地面站，用来跟大西洋上空的国际通信卫星取得联系；而这座新的通信卫星地面站天线，则用来同印度洋上空的国际通信卫星建立联系。

目前，国际通信卫星系统一共有四颗同步卫星，其中两颗在大西洋的上空，一颗在太平洋上空，另一颗在印度洋上空。大约有八十座通信卫星地面站分布在五十多个国家和地区，同这四颗同步通信卫星保持联系。这种地面站的天线，一般呈抛物面形状，直径约二十五米到三十二米。

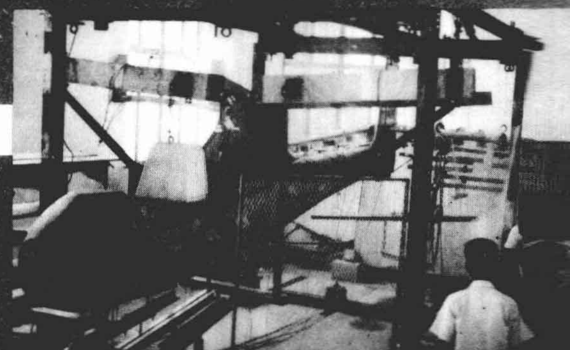
伊朗新建成的这座印度洋通信卫星地面站天线，将能传递彩色和黑白电视、电话、电传、电报、数据和传真照片。由于这座天线的建成，伊朗将第一次与远东建立起直接的通信联系；而且将使亚运会期间可供使用的国际电话和电传线路，从原来的三十三条增加到九十条。







璃钢滑翔机被牵引起飞，作性能试



玻璃钢滑翔机机身静力

荷达到设计载荷的 160%。



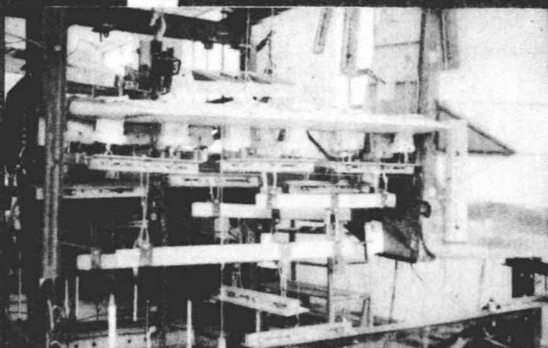
翼静力试验，试验载荷为设

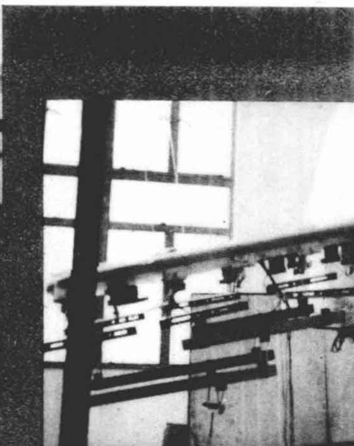
结构完好。

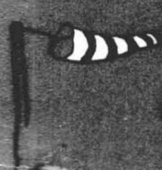


机尾段试验，试验载荷达

160%







，当

玻璃钢

构完好，钢制支撑弯曲了。





Hangkong Zhishi


10
4295
4294
航空知识

工农兵大学生在机场　　　　魏　兵摄影

耕云播雨　　　　[illegible]摄影

热烈庆祝中华人民共和国成立二十五周年！

伟大领袖毛主席万岁！万万岁！

航空知识

一九七四年十月号目录　十月一日出版

在这一期

在深入、普及、持久地开展批林批孔运动的大好形势下，迎来了中华人民共和国成立二十五周年的光辉节日。中国人民在伟大领袖毛主席的英明领导下，各条战线都取得了辉煌成就。帝国主义曾经嘲笑我们是『贫油国家』，要永远靠他们的『洋油』过日子。但是，中国人民有志气，在毛主席革命路线指引下，我国石油工业获得突飞猛进的发展，不仅粉碎了帝修反的无耻谰言，而且生产出各种高级的石油产品，满足了工农业生产和国防的需要。本期发表的《大庆红花迎朝阳》和《喷气式飞机的『粮食』——航空煤油》，歌颂石油战线的伟大胜利，并介绍有关知识。

社会主义到处都在胜利前进，资本主义却是『**日薄西山，气息奄奄，人命危浅，朝不虑夕**』，**快进博物馆了**。本期发表的《风雨飘摇中的西方航空工业》，就是一个例证。

编辑　中国航空学会航空知识编辑委员会
出版　航空知识杂志社
地址：北京市学院路
印刷　北京新华印刷厂
北京胶印厂
发行　北京市邮局总发行，全国各地邮局订购
代号：2-410　印数：216,000　定价：0.20元



认真学习毛主席的军事思想和军事路线 紧紧围绕两条军事路线斗争剥林彪画皮

——空军某部二大队深入批判林彪在辽沈、平津战役中推行资产阶级军事路线的罪行

本刊讯 空军某部二大队在深入批林批孔运动中，组织大家认真学习毛主席在解放战争时期一系列光辉著作，阅读辽沈、平津战役的历史材料，紧紧围绕两条军事路线的斗争，深入批判林彪破坏辽沈、平津战役的罪行，进一步认清了林彪资产阶级军事路线的极右实质，剥掉了他"一贯正确"、"一贯紧跟"、"常胜将军"的画皮，增强了贯彻执行毛主席军事路线的自觉性。

辽沈、平津战役，自始至终贯穿着两种军事思想、两条军事路线的激烈斗争。两大战役的胜利，是毛主席的无产阶级军事路线战胜了林彪的右倾机会主义路线之后取得的。

二大队党委首先组织干部战士分析了辽沈、平津战役前全国的政治、经济、军事形势，弄清毛主席关于战略决战英明决策的科学依据，使大家明确在战略决战的时机已经成熟的条件下，要不要同国民党反动派进行战略决战，打倒蒋介石，解放全中国，是当时两条军事路线斗争的焦点。然后，采用边学、边议、边批的方法，围绕两大战役中两条军事路线斗争的几个主要问题，如南下北宁线作战、攻打锦州、控制营口，以及入关时间、路线和入关后的行动等，看毛主席是怎样指示的，林彪是怎样对抗的，深刻领会毛主席关于两大战役的作战方针和英明决策。

在此基础上，进一步引导大家对林彪抗拒毛主席指示的谬论和借口，从事实到理论，从现象到本质，逐个进行分析批判。

大家回顾两大战役的战斗历程，深有感受地说：在两大战役中，我们面临着两条战线的战斗，一条是同国民党反动派斗，一条是同林彪的右倾机会主义路线斗。在党内不战胜林彪的右倾机会主义路线，在战场上就不可能赢得对国民党反动派的胜利。辽沈战役从打响到结束才用了五十二天，而毛主席仅在南下北宁线作战的问题上，就同林彪斗争了一年零四个月之久。这充分说明，辽沈、平津战役的胜利，是毛主席无产阶级军事路线战胜林彪资产阶级军事路线的胜利。林彪根本不是什么"作战有功"，而是顽固地对抗毛主席的战略部署，干扰破坏毛主席指示的罪人。



深入、普及、持久地开展批林批孔斗争（木刻） 王东勇

为了进一步剥掉林彪"常胜将军"的画皮，二大队的同志认真学习毛主席的有关著作，紧紧抓住当时两条军事路线斗争的根本分歧，针对林彪死党颠倒黑白、歪曲历史的无耻吹捧，从以下几方面进行专题批判：

批判林彪反对战略决战的罪行，戳穿林彪死党吹捧他具有"战略远见"的谎言。 毛主席指出："**战略问题是研究战争全局的规律的东西**"。二大队的同志通过学习认识到，在辽沈、平津战役中，是抓住有利时机，进行战略决战，还是贻误战机，反对战略决战，这是对夺取全国胜利的战

争全局具有决定意义的关键。二大队党委认为，能否适时而正确地把握决战时机，又在于能否对形势作科学、全面的分析。对时局的看法不同，必然产生两条不同的策略和路线。只有从弄清当时形势入手，才能抓住林彪反对毛主席战略决战英明决策的反动实质。于是，他们组织大家认真学习毛主席在解放战争时期有关形势分析的论述，着重弄清毛主席同林彪在形势分析问题上的根本区别和实质。通过学习，大家认识到，毛主席以无产阶级革命家的伟大气魄，通观全局，看出了决定中国两种命运、两个前途的战略决战时机已经成熟，毅然决然地定下了同敌军实行战略决战的决心。而林彪站在右倾机会主义的立场上，目光短浅，看不到敌我力量对比已发生了有利于我的变化，过高地估计敌人的力量，过低地估计人民的力量，畏敌如虎，不敢进行战略决战。毛主席还分析了东北战场与全国各战场的形势和条件，正确地选定了在东北进行战略决战的作战方向。这对于全歼东北守敌，打乱蒋介石的部署，解放全中国，具有十分重要的意义。而林彪却认为东北的敌人“很难打”，以局部反对全局，以邻为壑，反对毛主席关于在东北决战的英明决定。在依靠什么力量进行战略决战的问题上，林彪无视人民群众在战争中的伟大作用，对抗毛主席关于建立根据地等一系列重要指示，不把工作重点放在农村，破坏土地改革，严重干扰了毛主席战略决战的部署。通过分析批判，大家深有体会地说，战略决战的时机是毛主席决定的；战略决战的方向是毛主席选定的；战略决战的基本条件是在毛主席领导下创造的。林彪却千方百计地进行干扰破坏，他根本没有什么“战略远见”，而是一个鼠目寸光的右倾机会主义分子。



咱们的辅导员（木刻）　　苏式民　薛正良

批判林彪对抗毛主席的十大军事原则的罪行，戳穿林彪死党吹捧他“英明果断的指挥”的谎言。二大队党委认为，两大战役中林彪在作战指挥上罪行很多，但归结起来，就是用他的所谓“六个战术原则”反对毛主席的十大军事原则。他们通过学习认识到，毛主席的十大军事原则同林彪的所谓“六个战术原则”的根本分歧，在于：是集中兵力打歼灭战，还是分散兵力打击溃战。在两大战役中，林彪推行“六个战术原则”，反对毛主席的十大军事原则的主要表现是：在作战方针上，他反对打歼灭战，主张打击溃战；在作战方法上，他反对集中兵力，主张平分兵力，搞“一线平推”；在战斗作风上，他反对发扬勇敢战斗、连续作战的作风，而是消极避战，徘徊动摇。

大家认为，林彪所以顽固地坚持“六个战术原则”，反对毛主席的十大军事原则，不是偶然的，是由他反动的阶级立场和唯心主义的思想路线决定的。从阶级基础来看，毛主席的十大军事原则，是我们党在和国内外敌人长期作战的斗争中产生出来的，“**是建立在人民战争这个基础上的**”。而林彪站在大地主、大资产阶级的立场上，反对人民战争，也必然反对无产阶级的作战方法；从认识论上来看，毛主席的十大军事原则，是辩证唯物主义在军事上的体现，而林彪从唯心主义、形而上学的世界观出发，必然主观臆造一些所谓战术原则，并把它“模式化”，不可能接受和运用以辩证唯物主义为基础的作战方法。事实充分说明：林彪根本不是什么“英明果断的指挥”，而是唯心主义的瞎指挥，不是什么“天才军事家”，而是不学无术的大军阀。

批判林彪破坏党的集中统一领导，搞“独立王国”的罪行，戳穿林彪死党吹捧他“一贯紧跟”、“一贯正确”的谎言。围绕这一问题，他们以毛主席关于加强党的集中统一领导，是取得革命战争胜利的“**一个决定性的环节**”的论述为武器，用摆事实、列罪状的方法，狠批林彪破坏党的集中统一领导的罪行。大家指出，林彪在辽沈、平津战役中的每一个关键问题上，都极力对抗毛主席、党中央，大家认为，林彪破坏党的集中统一领导，居心险恶，手法也极为卑劣。一是分庭抗礼，无视中央，恶毒攻击毛主席关于南下北宁线作战的指示“不甚适宜”。二是制造谎言，欺骗中央，以“粮食补给困难”为借口，拒绝南下作战。三是擅自作主，对抗中央，未经请示，独断专行，擅自改变入关路线。四是以邻为壑，要挟中央，一再提出“东北主力行动时间”，决定于华北野战军行动的迟早，妄图牺牲别人，保存自己。通过分析批判，大家深有体会地说，林彪根本不是什么“一贯紧跟”，而是一贯对抗；根本不是什么“一贯正确”，而是一贯右倾，他推行的是一条右倾机会主义投降路线。　（联合工作组）



表·演·伞



耿 耀 成

表演伞设计新颖，结构复杂。在欢乐的节日里，我们喜看五彩缤纷的表演伞盛开在祖国的万里长空。它不仅标志着我国降落伞工业的先进水平，更标志着我国航空事业在毛主席的无产阶级革命路线指引下欣欣向荣的锦绣前景。

新中国建国二十五年来，特别是无产阶级文化大革命和批林批孔以来，我国降落伞工业在党的正确路线领导下，在毛主席“**独立自主，自力更生**”方针指引下，充分发挥了工人，部队战士和技术人员的聪明才智。现已能自行设计和生产各种用途的降落伞，改变了旧社会留下的“一穷二白”局面，适应了我国航空事业发展的需要。使我国降落伞制造业走上了自行设计的道路。**“外国有的，我们要有，外国没有的，我们也要有。”**表演伞就是我国自行设计和制造的一类降落伞，具有我国民族独特风格。表演伞的设计成功，是部队战士，工人同志和技术人员辛勤劳动的成果，是科研设计上坚持走“三结合”道路的集体智慧的结晶。

表演伞的用途及其类型

表演伞，顾名思义，就是供节日或平时作航空跳伞表演用的一类降落伞。这种伞专供具有一定经验的跳伞员从水平飞行飞机上进行陆上或水上表演跳伞时使用。表演跳伞在技术表现形式上要依靠跳伞员在离机后的坠落过程中做各种惊险、复杂的空中动作，来达到良好的表演效果。本文介绍的表演伞，利用主伞衣在空中开伞后形成的各种丰富多彩的形状，来增强良好的表演效果。

表演伞在空中开伞后似百花争艳，故又称百花伞。其类型很多，但有的结构陈旧，已被淘汰。目前经常使用的表演伞有五种（见彩色插页四）：

一、天坛伞

在空中开伞后从侧面远眺，犹如北京前门外雄伟壮观的天坛。

二、五梅花伞

在空中开伞后，由下仰视状如盛开的红梅。

三、花伞

在空中开伞后从各个角度观看，都象是向阳葵花。

四、圆环内接花伞

在空中开伞后，更象是滚滚车轮划空而行。

五、喇叭花伞

在空中开伞后犹如扶摇而上的牵牛花。

各型表演伞，在祖国碧空兰天同时盛开，远近不一，上下参差，徐徐坠落，更似迎风飞舞的烂漫山花。显示了我国社会主义革命和建设事业如烂漫山花，呈现出一片欣欣向荣的景象，倍增了节日的气氛。

由于表演伞是供表演观看用的降落伞，因此，对它除使用时要安全要可靠外，主伞衣在空中开伞后还形成美观雄伟的图案，色彩绚丽夺目富有民族特色，使人观后有一种兴奋鼓舞的感觉。另外，为了保证跳伞员水上跳伞时的安全和陆上跳伞时着陆后不致被大风拖曳受伤，还要求能携带救生船和装置跳伞员与降落伞能迅速分离的机构。

表演伞的结构和工作原理

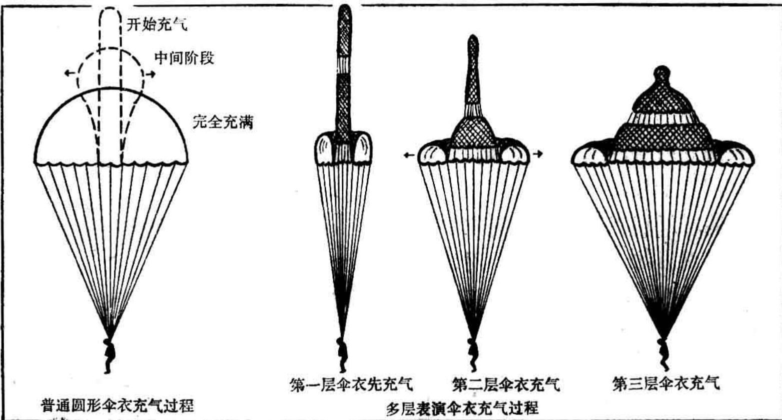
为了使表演伞在空中开伞后其主伞衣形成各种独特的形状，就不能简单的采用圆形或方形结构的伞衣，而要将各种形状的伞衣组合在一起且配置不同长度的伞绳。五型表演伞的主伞衣在空中开伞后的形状虽然各不相同，但其结构总的可分为两种：一种是多层式伞衣，由一个或几个环状平面形伞衣和一个伞顶组成。每层伞衣之间用伞绳连结在一起。空中开伞后成多层状，天坛、花伞和圆环内接花伞的主伞衣属这种结构；另一种是组合式伞衣，由两个以上的伞衣直接缝合在一起而成。空中开伞后成一整体。五梅花伞和喇叭花伞的主伞衣属这种结构。

要确保这两种形式的伞衣安全可靠的工作，各要解决一系列技术问题。组合式伞衣主要是要合理地解决其包装，折迭和系统的开伞程序，在此不多作介绍，下面着重介绍对多层

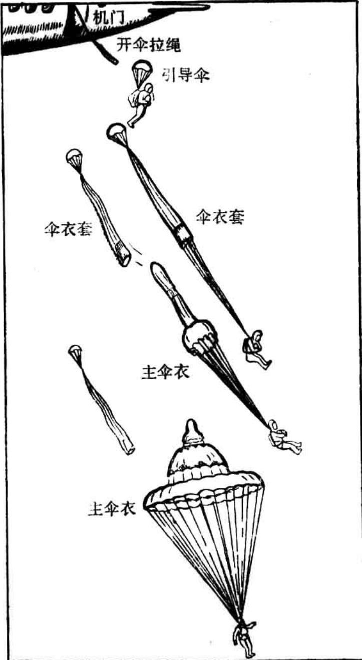
式伞衣如何解决安全开伞的问题。

上面说了，多层式伞衣之间是用伞绳连着的，这样两层伞衣之间就有一道沿圆周方向的缝隙，缝隙的宽度就等于这两层间的伞绳长度。这缝隙相当于在一个相同的平面圆形伞衣上挖去了一圈织物。伞衣的层次越多，相当于被挖去的织物也越多。这样，开伞时流入伞衣里的空气就都会从缝隙里流出去，伞衣就会因充不满气而张不开。为了解决这个问题，一般有两种方法：一是缩小每层伞衣间缝隙的距离，使其开伞时流进伞衣里的空气不要全部从缝隙和织物的孔眼里流出，而能有一部分空气集聚下来，使伞衣逐渐充满。但有时为了保持伞衣开伞后一定的形状，如天坛伞的主伞衣要成天坛状就不能完全用这种方法解决。因每层伞衣间的缝隙过小，在空中开伞后就分辨不清伞衣的层次，构不成美丽的图案。此时，可在每层伞衣的内圈上增加一定数量的内伞绳，这样就能兜住一部分空气，使每层伞衣都获得半圆环形伞衣的兜风效果，以使每层伞衣渐次充气张满。为减轻系统重量和简化包装，一般只在最下面一层伞衣的内圈上增加一定数量的内伞绳，也就是只需最下面一层伞衣成半圆环形即能保证此种多层式伞衣安全可靠地工作。但这种伞衣开伞时充满过程与普通形伞衣的充满过程正好相反。普通圆形伞衣开伞时的充满过程是：空气从底边流入，底边便鼓起，并大体上保持其一定的进气口。流入伞衣里的空气到达伞顶处后空气就逐渐集聚下来，伞顶处就不断扩大，随之伞衣底边处也逐渐扩大，直至伞衣完全充满（图一）。而多层伞衣开伞时，空气从伞衣底边处流入伞衣后，大部分空气又从缝隙中流了出去，故在伞衣顶部集聚不起空气；但有一部分空气流入了最下层的环形伞衣，使底层环形伞衣充满。在环状部分充气过程中，伞衣要向外扩张，这就带动了第二层伞衣的底边，即扩大了第二层伞衣的进气口，由于进气口的扩大，流进第二层伞衣的空气量就增多，促使了第二层伞衣的充气张满。同样道理，第二层伞衣充气张满的同时又带动上一层，使其进气口扩大，直至整个伞衣完全充气张满。

综上所述，不管主伞衣的结构如何复杂，保证其能充气张满的必要条件是，在开伞过程中流进伞衣里的空气量要大于从伞衣各部分流出的空气量。但仅满足这样一个条件还不能完全确保降落伞安全可靠的开伞，还要合理的安排开伞程序。为了使表演伞能按一定顺序开伞，在表演伞系统中安排了引导伞，伞衣套，伞包，背带系统和开伞拉



图一　多层表演伞与普通伞充气过程的差别



图二　表演伞的开伞程序

绳，手拉环等部件。引导伞：用于拉直伞衣套、伞绳并将伞衣套从伞衣上脱去；伞衣套：用于保护主伞衣和穿放伞绳使主伞衣能在一个较好的条件下充气；伞包：用于容纳引导伞、伞衣套、伞衣和水上跳伞时用的救生船；背带系统：用于将跳伞员和降落伞连成一体，并将开伞载荷均匀的分布于人体各部。当跳伞员要与降落伞分离时可利用装在其上的快速分离装置迅速脱去背带系统；开伞拉绳和手拉环用于封闭和打开伞包。其整个系统的开伞程序如图二所示。

降落伞的设计，结构和开伞程序是否合理，主要是通过大量的试验来验证和完善。上面介绍的表演伞也是这样，一般都经过了数百次的空中真（假）人投放试验才能定型下来。

在毛主席**“鞍钢宪法”**光辉思想照耀下，必将会有更多、更好的表演伞盛开在祖国万里长空，为祖国的航空事业争得更多的荣誉。

题图设计：温承诚



王 祖 典

空对地导弹是由载机于空中发射，攻击地面或水上目标的一种武器。这种武器初次用于第二次世界大战，至今各国已研制了五十多种不同型号。随着战术技术的发展和地面防空兵器的加强，空对地导弹将不断发展。

空对地导弹是现代轰炸机、强击机、战斗轰炸机、武装直升机以及反潜巡逻的主要进攻武器之一。其种类繁多、用途各异，据初步统计，国外现役的和正在研制的共有五十多种。空对地导弹的分类方法有多种，按作战使用，可分为战略空对地导弹和战术空对地导弹；按弹道型式，可分为弹道式和飞航式空对地导弹；按攻击目标，还可分为诱惑导弹、反辐射空对地导弹、空对舰导弹、航空反坦克导弹等专门用途的空对地导弹。

战略空对地导弹是为战略轰炸机实施远距突防而研制的一种新的进攻武器。这些导弹都能带核弹头，弹重为一千至九千五百公斤，最大速度可达M＝3，最大射程可达一千六百公里。目前使用的战略空对地导弹有："猎犬"、"鹌鹑"、SRAM、"鳟鱼"、"袋鼠"、"厨房"、"兰剑"等型号。

战术空对地导弹是供战术飞机使用的攻击武器，主要用于近距空中支援和中、远距空中阻击。这类导弹一般都是普通装药战斗部，射程较近，为六至六十公里。目前使用和研制的有："小斗犬"、"秃鹰"、"幼畜"、"马特耳"等型号。

空对舰导弹是由载机空中发射攻击舰艇的进攻武器。其最大射程达八十公里，最大速度可达M＝2。弹重五百公斤左右。它们攻击舰艇时的程序是：首先由载机雷达或同它配合作战的舰艇雷达发现指示目标，然后超低空发射导弹，导弹以巡航速度沿海面惯性制导飞行，到接近目标时跃升，弹上雷达或红外自动导引设备发现目标，转入末制导飞行，在敌舰前俯冲入水，并在吃水线以下爆炸，以获得最大破坏效果。如果海面条件允许，导弹亦可不跃升，直接飞向目标、目前使用和研制的有："捕鲸杈"，"鸬鹚"、"飞鱼"等型号，

航空反坦克导弹是近距空中支援打坦克用的。其大都是沿用地面反坦克导弹，装备直升飞机和某些轻型飞机，机上加装陀螺稳定瞄准具和悬挂、发射设备。

反辐射空对地导弹是专门用来攻击防空导弹与高炮雷达设施的一类空对地导弹，亦称反雷达导弹。目前使用的反辐射空对地导弹有"百舌鸟"等。

图一是一些空对地导弹的外形图。

结构特点

空对地导弹一般是由战斗部、弹体、翼面、制导系统、动力装置几部分所组成，如图二所示。各类空对地导弹战术使用要求不同，在具体结构、性能方面也有所不同。下面就空对地导弹的气动布局和结构特点，作简单介绍。

一、空对地导弹的气动外形

战术空对地导弹的气动力型式一般采用鸭式和正常式。远距战术空对地导弹大都采用正常式，如"秃鹰"，"幼畜"，"玛特耳"导弹。近距战术空对地导弹有的采用鸭式，如"小斗犬"导弹；有的采用正常式，如"北方" AS·30导弹。但是也有一些空对地导弹的气动布局比较特殊，如AS·12和AS·20导弹有翼、无舵，采用喷气偏转装置（亦称燃气舵）的推力矢量控制；大多数反坦克导弹是无尾式，采用扰流器或燃气舵控制方向："罗伯特"Rbo4导弹采用鸭式舵面和带立尾的单弹翼。战术空对地导弹的弹翼和舵面配置，大都为"X"形。弹翼和舵面的平面型为三角形和不规则梯形，剖面型为平板形、菱形等。目前正在探索新翼型，其中一种是准备用在"秃鹰"导弹上的可扩展式翼尖，即装在正常弹翼上下两块翼尖里面的翼片，能像可变后掠翼那样扩展，以增大翼面积和展弦比，加大射程。

战略空对地导弹的气动力型式现有三种：即正常式，翼舵配置与飞机相似，如"鳟鱼"、"袋鼠"、"厨房"等型号；"兰剑"、"猎犬"导弹为鸭式；SRAM近距攻击导弹没有弹翼，只有三个全动式尾舵。

二、空对地导弹的结构特点

战术空对地导弹由于高速飞行时间较短，气动加热的温度不很高，因此，一般都采用轻合金结构，有些反坦克导弹的弹体采用玻璃钢结构。

战略空对地导弹由于高速飞行时间较长，高度变化范围很大，因此在结构上既要防止气动加热的影响，又要考虑不易被敌方反导弹兵器拦击。SRAM 近距攻击导弹是一个长约为四千二百毫米、最大直径四百五十毫米的细长体，尾舵后面还有一个长约五百六十毫米的尾锥，以减小悬挂时的阻力。弹体采用不锈钢，并在整个弹体上涂成六至十毫米厚的硅包覆层，起隔热和减小雷达等效反射面的作用。弹体设计应保证导弹在被敌方雷达以相对于导弹纵轴 30° 入射角跟踪时，其反射信号强度被减至最弱。"兰剑"导弹主要采用不锈钢结构。其弹体是一种半硬壳式的桁条蒙皮结构。弹翼是多梁结构。"兰剑"导弹在结构设计上采取防止气动加热的措施，是将导弹壳体的大部分作成双层蒙皮。

动力装置

空对地导弹目前采用的发动机主要是固体和液体火箭发动机，其次是涡轮喷气发动机及火箭—冲压组合式发动机。正在研制的发动机有空气加力火箭发动机、多级推力固体火箭发动机等。

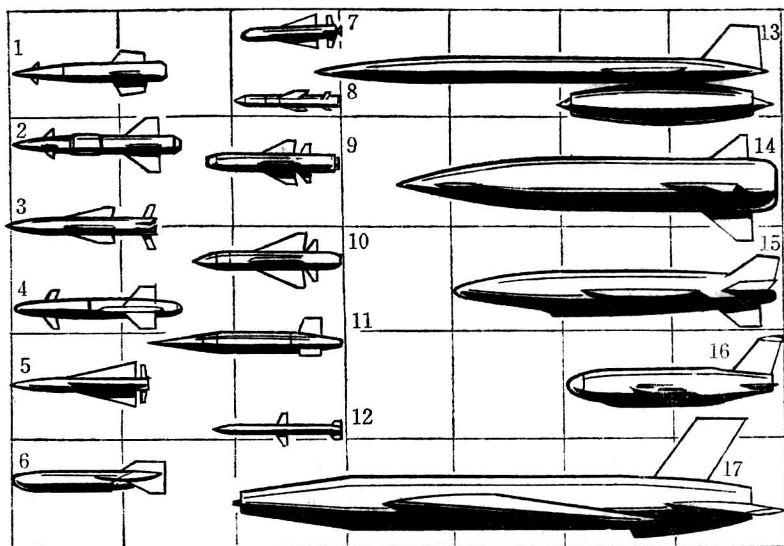
战术空对地导弹多采用火箭发动机，如"幼畜""鸬鹚""玛特耳"导弹，装一台两级推力固体火箭发动机；"小斗犬"、"罗伯特"Rb05A导弹装一台预包装式液体火箭发动机。所谓预包装，系指推进剂在出厂时已在发动机内装好并能贮存一定年限（5～10 年），因此维护使用方便。

新研制的几种空对舰导弹，如"捕鲸杈"、"奥托玛特"等采用了涡轮喷气发动机。由于近年来涡轮喷气发动机技术的发展，在推力不变的情况下体积和重量已减小了一半。从前面介绍的这几种导弹的攻击程序可以看出，对绝大部分弹道是低空、亚音速巡航来说，采用重量轻、成本低、一次使用的涡轮喷气发动机是比较适宜的。此外，"秃鹰"导弹也正在试验新型涡轮喷气发动机，以增大射程，但巡航速度将降到亚音速。

战略空对地导弹大多采用液体火箭发动机和涡轮喷气发动机。如"兰剑"、"厨房"导弹均采用液体火箭发动机；"猎犬"、"鳟鱼"、"袋鼠"导弹采用涡轮喷气发动机。比较特殊的是 SRAM 近距攻击导弹，采用一台两级推力固体火箭发动机，这种发动机结构和性能同一般的固体火箭发动机不一样。发动机的第一级（即助推级）火药柱和第二级（即主级）火药柱分别装在橡皮口袋式容器中，由各自的点火器点火，点火时间由导弹上的定时机构控制，根据计算机指令预先装定。第一级火药柱燃烧终止到第二级火药柱点火的时间间隔为一点五至八十秒，改变串联两级点火时间间隔，就能得到预期的速度和射程。导弹飞行时间平均不超过三分钟。发动机的贮存寿命预计五年。

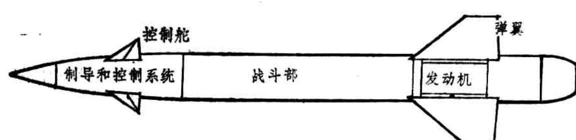
火箭—冲压组合式发动机是一种较为新型的发动机，将为空对地导弹提供 M＝4 的速度和三百至五百公里的射程。这种发动机是使固体火箭发动机和冲压主发动机整装在同一弹体中。由于两种发动机连续工作，可共用一个燃烧室，即利用固体火箭发动机燃烧完毕空出来的发动机壳体作为冲压式发动机的燃烧室，同时火箭发动机还能用来预热冲压式发动机燃料，使其正常点火工作。采用这种结构可使导弹的体积重量减小、气动外形更好。

空气加力火箭发动机和多级推力固体火箭发动机，是为下一代 SRAM 近距攻击导弹研制的发动机。空气加力火箭亦称管道火箭，其工作原理是使用火箭的富油排气或贫氧药柱燃气同引入的空气混合



图一　一些空对地导弹外形图

1."小斗犬"B、 1.核小斗犬、 3.AS.30、 4."罗伯特"Rb04 5."罗伯特"R b05 A、 6.鸫鹨、 7.幼畜、 8.鸬鹚、 9.玛特耳(电视型) 10.玛特耳(雷达型)、 11.近距攻击导弹、 12.百舌鸟、 13.猎犬、 14.兰剑、15.厨房、16.鲑鱼、 17.袋鼠



图二　空对地导弹的主要组成部分

后再次燃烧以增大推力。多级推力固体火箭发动机采用的火药柱是以羟基封头聚丁二烯，中心钻孔，径向燃烧，以增大燃烧面积。一台发动机装四个药柱，各有一个点火器，产生四级推力。四个火药柱可以单独点火工作，并可改变各药柱点火延迟时间，或者两个以上的火药柱同时点火工作，从而获得预期的速度和射程。这种发动机的关键是克服热烧蚀、改进点火器。

制导方式

近距战术空对地导弹，早期型号大都采用目视跟踪、无线电指令制导，如"小斗犬"导弹、AS•20导弹、AS30导弹、"罗伯特"Bb05 A导弹。它们的改型将采用电视或激光制导。目前的制导炸弹采用电视或激光制导。

远距战术空对地导弹、如"秃鹰"、"幼畜"、"玛特耳"导弹采用电视制导；"捕鲸叉"、"奥托玛特"、"鸬鹚"导弹采用惯性加末段雷达制导。

战略空对地导弹大都采用惯性制导或惯性加末段雷达制导。

此外，还有攻击特定目标而采用的制导方式，如被动雷达制导用于反雷达导弹，有线制导用于反坦克导弹。目前正在研制在同一个导弹上装两种不同的导引头的所谓复式制导系统，如"秃鹰"导弹将加装半主动雷达制导系统，能全天候使用。

SRAM近距攻击导弹采用的惯性制导技术，是一项称之为"虚目标控制"技术。所谓虚目标，是由导弹计算机算出的空间的一点，导弹纵轴要对准这一点，并且使导弹从发射点直到命中目标的整个期间，随着虚目标沿某一特定弹道（即虚目标弹道）移动，导弹始终跟踪这个虚目标。虚目标弹道必须与导弹发射点和实际目标点相交。弹道计算主要由载机主计算机完成，使弹载计算机的任务大大减轻，从而使导弹制导和控制系统的设计较为简化。

电视制导现有遥控电视（"秃鹰）和自动电视（"幼畜"）两种制导方式。其主要区别在于，前者是由驾驶员根据导弹头部电视摄象机经数据转输线路发回的目标图象，将导弹导向目标，后者则不需驾驶员进行发射后的控制，由弹上自动跟踪装置根据目标图象将其导向目标。电视制导程序如图三所示。

激光制导目前采用半主动式。这就要求有协同作战的飞机或地面人员用激光照射器照射目标，攻击飞机必须使激光制导炸弹或导弹进入目标反射的激光束锥体内才能命中目标。激光制导程序如图四、图五所示。

电视和激光制导较之雷达制导的抗干扰性好，但要求有良好的气象条件和能见度，遇到云、雨、雾时效果很差。激光制导在近距空中支援时可用于通讯联络，在地面部队引导下攻击驾驶员看不见的目标。电视制导虽不要求照射目标，但只能攻击目视范围内的目标，不能攻击隐蔽、伪装的目标。自动电视制导没有无线电传输线路，不受敌方无线电干扰，发射后载机可作机动，但是导弹一经发射就不能转换攻击目标；遥控电视虽然要求驾驶员控制，使载机机动性受到影响，但是驾驶员能识别目标并在攻击过程中转换攻击目标。

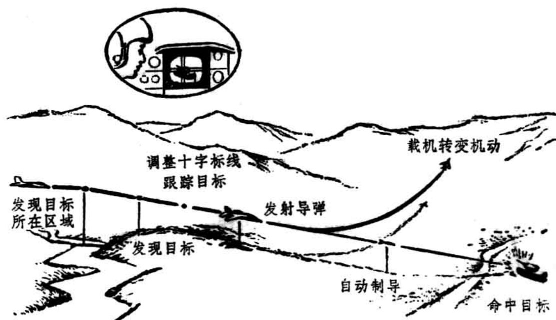
为了提高导弹的夜间作战能力，正在研制主动式红外制导系统。存在的问题之一，是成本高。

发射装置

空对地导弹的机载悬挂、发射和控制设备是整个空对地导弹系统的组成部分。实现导弹与载机之间最佳的机械接合和电交联是导弹系统设计的重要任务之一。

为了提高飞机一次出航攻击效率，导弹悬挂发射装置有了很大发展，采用了类似于集束悬挂炸弹那样的复式导弹发射架以及适用于弹舱内的旋转式发射架。如能同时挂6枚SRAM近距攻击导弹的复式导弹挂架和装在弹舱内的、能同时挂8枚近距攻击导弹的旋转式发射架。在发射架上都装有弹射器，使导弹迅速离开飞机。

随着新的悬挂装置的采用，为保证导弹从飞机上安全正常发射，对导弹发射和控制设备提出了新的要求。主要有以下三点：一、快速控制发射，稳定或消除发射瞬变过程；二、调整发射弹道，防止导弹之间以及同飞机相撞；三、对无控



图三　自动电视制导过程

动态消息

△中华人民共和国政府和老挝王国临时民族联合政府民用航空运输协定，八月二十七日在北京签字。国务院副总理邓小平参加了签字仪式，并在签字仪式前会见了以民航局长昭西苏帕努冯为团长的老挝王国临时民族联合政府民航代表团全体成员。中国民航总局局长马仁辉和老挝民航代表团昭西苏帕努冯团长，分别代表本国政府在协定上签字。老挝政府民航代表团一行四人，应邀前来我国进行友好访问，是在八月二十三日到达北京的。到京时，我国民航总局副局长沈图、民航总局国际业务局副局长刘鸣等，曾往机场迎接。八月二十四日，马仁辉局长举行宴会，欢迎老挝政府民航代表团。老挝客人于八月二十八日离开北京前往上海、广州参观访问，然后回国。

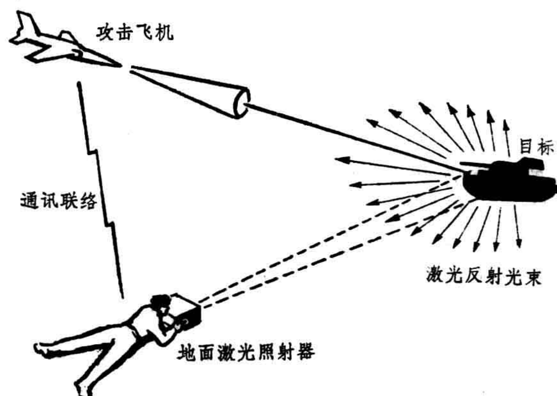
△中国民航代表团团长、民航总局指挥部主任王建功八月二十二日乘飞机离开北京前往日本。中国民航代表团副团长、民航总局国际业务局副局长刘远雄率代表团其他成员先期前往日本。代表团在访日期间，根据中日航空运输协定的规定，同日本运输省航空局就有关航空技术问题进行了谈判并签署了协议，另外还同日本航空公司签署了有关业务协议。中国民航表代团已于九月一日回国。

状态的导弹实施安全弹射。这些相互矛盾的要求，必须通过对载机在各种发射条件和气动外形下的气动力流场、弹射器的动作以及导弹相对于飞机的运动进行大量分析研究、模拟试验和飞行试验才能合理解决。对于装在弹舱里的导弹，由于舱内空间限制，为了防撞必须采用无控弹射，即控制系统不能在弹射之前接通，但是尾舵可以偏转并锁定在某一固定角度。对弹射器要求有一定的最小弹射速度，若弹射速度太大，将导致发射稳定性问题和低空发射时的撞地问题。

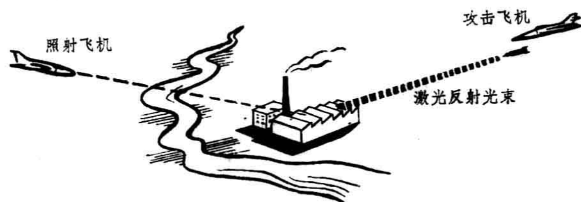
综观空对地导弹的发展，可以看出在新弹研制上将大力开展预先研究，强调通用性，同时改进改型，扩大导弹的用途。现简述如下：

一、重视预先研究，缩短研制周期

国外研制一种空对地导弹，从战术技术论证、设计、试验、生产直到装备部队，大约要七至十年。



图四　地面激光照射器照射目标的激光制导过程



图五　机载激光照射器照射目标的激光制导过程

取消某一种研制中的型号，除战略战术思想改变和耗资过大外，主要是过不了技术关。

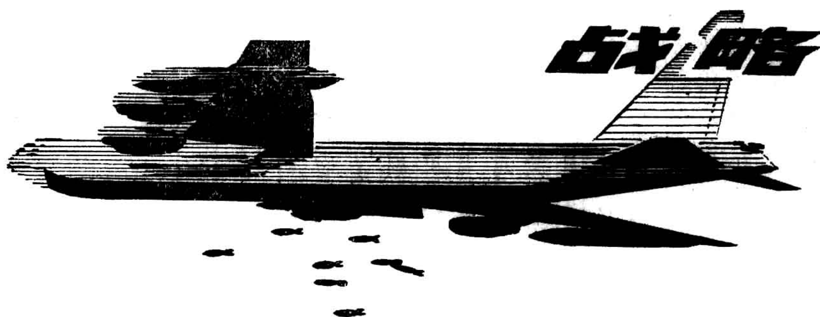
为了缩短研制周期，在发展新导弹时除注意吸取现有导弹的技术成果外，更重视先行发展即预先研究工作，重点放在发动机、制导、同载机交联三个方面。这三个问题是空对地导弹、尤其是远距空对地导弹成败的关键。

二、强调通用性，发展模式装器

目前，由于微电子技术、特别是数字计算机的发展，提供了一条发展符合诸兵种不同作战使用要求的通用武器的技术途径，这就是模式武器设计方案。所谓模式武器，是一个器武系列，该系列中各个部件为标准模件，可以按照随意互换原则织合成攻击某一特定目标或满足不同战术使用要求的武器。这种模件组合特性称为模合性。采用模合而不是通过研制大量的只能完成一项任务的个别的、单一用途或“一元”式武器的方法，既能满足不同任务的要求，又能避免研制中的重复，简化后勤保障、训练和维护，节省人力、物力，提高战术使用灵活性。

三、改进改型，一弹多用

为尽可能扩大导弹的用途，国外除改进现有的各种空对地导弹外，在新导弹的研制中也注意改进改型。“飞鱼”、“捕鲸杈”反舰导弹各有多种使用型号。SRAM 近距攻击导弹，加装普通战斗部和被动雷达制导系统后，可能改为轰炸机的自卫导弹，并可用来攻击地面防空雷达；加装普通战斗部和主动导引头，可作为战术空对地导弹使用；还可改为训练地对空导弹用的低空超音速靶弹。



战略轰炸机

谭志超

“战略轰炸机是用来摧毁敌方战略目标的一种飞机。本文就它的任务、特点、发展和现状向读者们作一简单介绍。

战略轰炸机的由来及其任务

战略轰炸机是在轰炸机的基础上发展起来的。所谓轰炸机就是从空中对敌方实行轰炸的飞机。和各种大炮、坦克一样，轰炸机是一种进攻性武器。但是它的任务与用于空中格斗以及对地攻击的战斗机不同，主要是用来对敌方地面目标进行轰炸。它携带的有用载重是杀伤力巨大的各种炸弹。

初期的轰炸机，它只能在战线附近活动，主要用来配合地面部队轰炸敌方供应线、前线阵地和各种活动目标，起近距支援作用，所以人们把这种轰炸机称作前线轰炸机或战术轰炸机。

随着航空科学技术的迅速发展和现代化战争的需要，在进入五十年代以后，战略轰炸机便很快地发展起来了。战略轰炸机一般分为远程轰炸机和中程轰炸机两种（见附图）。总重在一百吨以上，航程在八千公里以上，载弹量在十吨以上的，称作远程轰炸机（即重型轰炸机）；总重在一百吨以下，航程在三千至六千公里范围内，载弹量在五至十吨的，称作中程轰炸机（即中型轰炸机）。

战略轰炸机的任务与战术轰炸机不同，它的任务是深入敌人大后方，轰炸其军事基地、交通枢纽、经济和政治中心，达到摧毁对方战略目标使之陷于被动地位的战略目的。所以战略轰炸机的许多性能指标、技术要求均比战术轰炸机要高。

战略轰炸机的特点

战略轰炸机的特点是与它担负的深入敌人大后方进行战略轰炸的任务分不开的，它一般具有下面几个特点：

一、航程大

战斗机的航程一般只有两三千公里，而中程轰炸机的航程就可达到六千公里，现在的远程轰炸机大都在一万公里以上。例如，美帝在五十年代初期研制的B-52战略轰炸机载重量为十一吨时，航程可以达到一万六千公里。和B-52差不多同一时期研制的苏修图-20战略轰炸机载弹量为十一吨时，航程可以达到一万二千公里。

由于战略轰炸机的航程大，必然要求载油多，所以一般远程轰炸机总重的一半以上重量是携带的燃油。为保证飞得远，一般还采用细长机翼，因为在亚音速飞行时，细长机翼产生的升力越大，其阻力越小，飞机便可以用较小的油门巡航飞行，从而减少耗油量，使飞机能飞得更远。

二、速度高

战略轰炸机的高速飞行有利于从高空或低空突破对方防御系统，轰炸其纵深战略目标。例如：美帝、苏修在五十年代初期研制的战略轰炸机其最大飞行速度均在每小时一千公里左右。这样的飞行速度是一般旅客机和运输机所不能比拟的。

三、自卫能力强

战略轰炸机一般都装备有机炮、空空导弹、电子干扰设备和诱饵导弹。这是因为在战略轰炸机和其他战略攻击武器研制的同时，防空技术也得到了进一步发展，以至建立了从情报侦察到目标跟踪的防御体系。如果战略轰炸机要深入敌方的纵深要地，那么就必须避免对方防御系统的监视和截击。因此，战略轰炸机的自卫能力较强。

四、载弹量大

为了达到摧毁敌方战略目标，致敌于瘫痪的战略目的，战略轰炸机必须携带足够数量的炸弹，所以载弹量较大。例如，B-52、图-20等一类飞机，其载弹量均在十吨以上，有的甚至达到二十多吨。

战略轰炸机的发展及现状

在五十年代，战略轰炸机是美帝用来为其称霸世界的“全球战略”服务的主要工具。六十年代以来，它与洲际弹道导弹一起，不仅仅成

为美苏两霸手中用来互相争夺的王牌，更重要的是它们用来对世界各国人民进行核威胁和核讹诈的主要手段。因此，战略轰炸机的发展不但与导弹技术密切相关，而且直接受美苏侵略政策的影响。

在战略轰炸机发展的初期，火箭技术和防空技术还不很完备，从打常规战争的观点出发，战略轰炸机只要飞得高，就能有效地突破敌方的地面防空火力，所以这个时期要求战略轰炸机能飞得高，即高升限。二次世界大战时升限近万米，到五十年代就高达二万米左右。五十年代是战略轰炸机的大发展时期。五十年代初研制的主要是高亚音速的，到中后期才研制了一些超音速战略轰炸机。这些战略轰炸机大都体现了升限高、航程远、速度快、截弹量大和自卫能力强等特点。六十年代初期，由于火箭技术和防空技术的发展，特别是洲际弹道导弹的出现，国外有人认为战略轰炸机难于突破敌方防线进行轰炸，摧毁敌方军事基地、经济和政治中心的任务可由洲际弹道导弹来完成，所以战略力量的重点开始转向导弹，使战略轰炸机的发展一度处于停滞状态。整个六十年代研制成的战略轰炸机只有FB-111和图-22。经过很长一段时间的争论，国外军事部门一般趋向于这样的看法，即认为洲际导与弹战略轰炸机不能互相代替，只能互为补充，以建立一支既适应常规战争又适应核战争的混合战略威慑力量。加上飞机性能的提高和自卫、攻击武器以及电子对抗技术的发展，有可能突破敌方防空系统执行任务，才重新确立了战略轰炸机的地位。尤其是苏修和美帝，为了争霸世界的需要，近几年不惜代价又加紧了战略轰炸机的研制。对设计研制中的这些飞机，提出了下列要求：

一、要求能从高、低空突防的同时，强调低空突防。面对越来越先进的防御体系，如果从高、低空均能突防，便具有使用上的灵活性。强调低空突防是因从低空突防能缩短在敌方防御系统中的暴露时间。大家知道，雷达波是直线传播的，由于地球表面有曲度，这就必然存在雷达波达不到的死角，加上地面其它杂讯号的干扰，雷达便不易搜索和发现目标。因此，到敌方发现目标时，真正暴露在其防空火力下的时间就很短了，这就能较有效地避开防空导弹和高射武器的火力。

二、要求能在低空以高亚音速、高空以超音速飞行。速度越高、不但可以减少在敌方警戒范围内的暴露时间，而且还能给歼击机截击造成困难，所以研制中的战略轰炸机的速度都保留了高空两倍音速的性能。低空以高亚音速飞行耗油量少，可增加航程和延长机身寿命等。

三、要求加强自卫武器和配备进攻导弹。由于防空武器的不断发展，光依靠较好的速度和高度性能突破敌方防空体系还不够，还必须加强自卫武器，甚至配备进攻导弹，以主动进行压制和摧毁敌方防空体系，强行突防。目前研制中的这些武器有用于攻击地面防空导弹和雷达基地的短距进攻导弹、武装诱惑导弹；用于攻击歼击机或飞行中的地-空导弹的机载远、近程自卫导弹；能使轰炸机在敌方强大防空火力以外实施攻击的空-地导弹等。

四、要求加强电子对抗。因为在现代化防空体系中，搜索、追踪、火控、制导、指挥都要依靠雷达和无线电通讯，所以，加强电子对抗，有效地迷惑、干扰和破坏敌方电子装置，就能有效地突破敌方防御。现在使用和研制中的电子对抗措施有电子干扰装置，诱惑导弹和武装诱惑导弹以及减少机载雷达反射面积等。

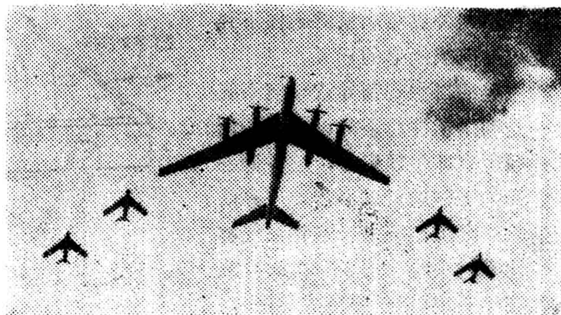
五、要求具有空中加油的能力。因为这可以加大航程，同时也增加了作战中执行任务的灵活性。使用和研制中的战略轰炸机一般都具有空中加油的能力。

从第二次世界大战以后，国外只有苏、美、英、法四国研制了战略轰炸机，其中，苏修和美帝还研制了远程战略轰炸机。现役装备的主要是五十年代前期研制的高亚音速飞机和五十年代后期研制的一部分超音速飞机。苏修、美帝为了争霸世界，现在又在加紧研制新型战略轰炸机"逆火"和B-1，但是这也挽回不了他们注定要灭亡的命运。

题图：王国伦



中程战略轰炸机图-16；



歼击机为远程战略轰炸机图-20护航



陀螺与惯性导航

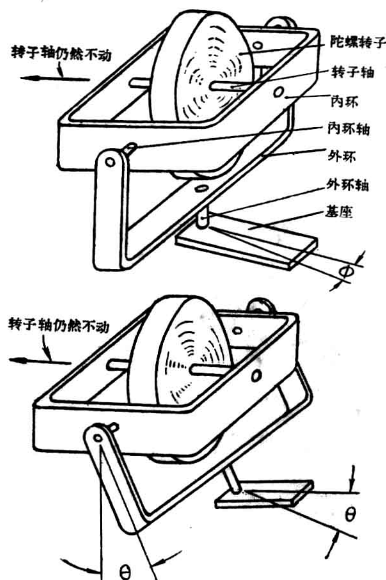
郑 元 熙

陀螺是惯导系统的主要元件之一，其功用是利用它的特性来建立相对惯性空间的人工参考座标系，进而作为确定飞行器导航参数的基准，实现自主导航。

一架客机从一个机场准确地飞到另一个机场；一艘轮船从一个港口准确地航行到另一个港口；一枚导弹远距离地命中指定的活动目标或固定目标，这些过程是靠什么来保证的呢？主要是靠导航或制导技术来保证的。所谓导航或制导就是导引或控制运载器的路程，使运载器能成功地完成预定任务的技术措施。导航和制导虽然功用差不多，但它们还是有区别的。导航系统是指用于能人工操纵的运载器，例如舰船和飞机，它的基本功能是在数小时或数天的时间内，保证运载器具有一定的位置、速度和航向；制导系统则直接控制运载器的航线，它用于制导火箭，例如弹道式火箭、人造卫星运载火箭或宇宙探测器等，制导系统一般是工作时间比导航系统短得多，只有数分钟。导航或制导系统又可分为自主式和非自主式的两种，非自主的导航或制导系统需要通过无线电等方法与外界环境发生联系，容易暴露自己，也容易受到敌人的干扰，不易达到**"保存自己，消灭敌人"**的目的。自主式导航或制导系统则不用外界的信息，可以在不与外界相联系的条件下独立完成导航或制导的任务。

主要的自主式制导或导航系统之一是利用惯性原理的设备，所谓惯性原理也即牛顿定律，这种设备一经开始工作就可以不需要外界的帮助，继续工作下去。这种系统称为惯性导航系统（用于飞机时）或惯性制导系统（用于弹道式导弹），习惯上简称为惯导系统。

第一个惯导系统的出现约在四十年代的初期，即第二次世界大战期间，纳粹德国为了进行垂死挣扎，使用了V—2导弹，所用的就是惯性制导技术，这是惯导系统的第一次实际应用。第二次世界大战以后，特别是六十年代以来，苏美两个超级大国出于争霸世界的需要，扩军备战，大力开展了惯性制导的理论和实际应用的研究。后来英国、法国等国家也相继从事于惯导系统的研制工作；一九七〇年和一九七一年，我国先后成功地发射了两颗人造地球卫星，卫星的上天标志着我国科学技术达到了一个新水平，其中也包括了惯导技术的应用。



图一 陀螺仪的定轴特性

惯导系统的功用

惯导系统的基本功用是确定运载器的位置、速度和航向。运载器的位置和速度都是几何概念，为了确定位置、速度必须确定一个参考的空间以及在这个空间中物体定位的方法。在地球表面上的制导或导航，一般是用地表空间作为参考空间，物体的位置可通过经度、纬度来确定。在宇宙飞行器和弹道式导弹中，则用星体空间亦即力学上所谓惯性空间作为参考空间，物体的位置可用直角座标来表示。

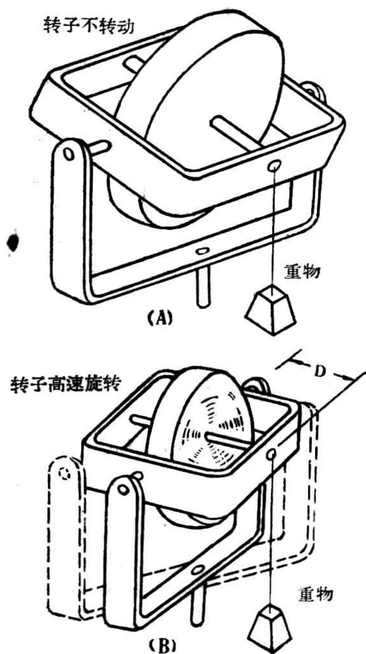
显然，确定了参考空间，如果我们利用参考空间中选定的标志例如铁路、河道或接收地球上某处发来的无线电讯号或星体讯号，我们当然可以确定运载器的位置、速度和航向。但是惯导系统是不与外界发生任何联系的，怎么能实现导航任务呢？原来我们在运载器内部建立了一个人工的参考空间，这种人工参考空间是利用陀螺仪的特性来建立的。关于这个问题，后面再详谈。现在有了人工参考空间，我们就可以用飞行器上装置的加速表测得沿各坐标轴的加速度，通过数学运算就可得到物体运动的速度，以及运动物体所走过的路程。在航向确定的条件下，就可不断得到导航所需要的速度和距离信息。并和预定的速度、距离相比较，从而发出校正指令，控制飞行器，沿已知航迹

飞行。

陀螺仪的特性和功用

在惯导技术中所用的陀螺仪有三自由度的和二自由度的两种。何为三自由度陀螺仪呢？高速旋转的转子放在万向支架上如图一所示便称做三自由度陀螺仪。陀螺仪的转子通过轴承支承在内环上，内环又通过轴承支承在外环上，外环又通过轴承支承在固定的或活动的基座上。

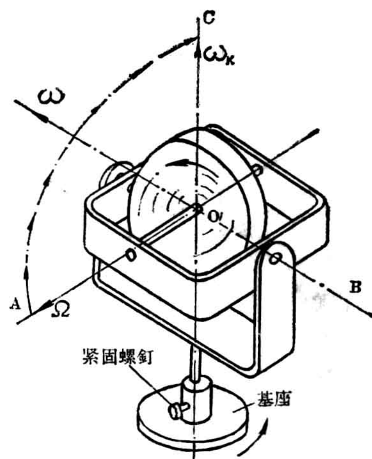
高速旋转的三自由度陀螺的转子轴，在轴承无摩擦的情况下，将保持它在空间的方向不变。这个特性称作陀螺仪的定轴性。由于定轴性，不管基座怎么转动（图一所示的基座转了φ角和θ角），转子轴在空间的方向仍然保持不变。在惯导系统中，就是利用陀螺转子的定轴性来稳定与转子轴相垂直的两个轴（例如沿外环轴和内环轴的轴向），从而建立了惯性参考系的两个座标轴，参考系的另一座标轴需要引进另一个三自由度陀螺仪来实现。因此在一个惯导系统中，要用两个三自由度陀螺仪才能建立起一个完整的惯性参考座标系。



图二　陀螺进动特性

三自由度陀螺仪的另一个特性是它在力矩作用下的运动规律。首先考虑非陀螺体的情况，即转子是不转的，这时，如果在内环的一头加一重物，对内环轴就要产生一个力矩，在这个力矩作用下，内环将向挂重物的一头倾倒（图二，A），这是大家所熟见的现象。但是，当转子高速转动时，所看到的现象就大不相同了，加在内环边上的重物，不是使内环倾倒，而是使整个陀螺仪绕外环轴转动。这种陀螺仪的内环轴（或外环轴）上加力矩之后，陀螺仪将绕外环轴（或内环轴）而转动的特性称做陀螺仪的进动性。陀螺仪的这种转动称做进动。对于结构形状已定的陀螺仪来说，在一定的力矩作用下，进动角速度和转子的旋转角速度成反比，旋转角速度越高，进动越缓慢。由于陀螺仪的内环轴和外环轴上存在干扰力矩如摩擦力矩、静不平衡力矩等，将使陀螺仪的转子绕外环轴和内环轴进动，以致使转子轴不能保持它的空间方向不变，这个现象我们称为陀螺仪的漂移。漂移使惯性参考座标系的轴向发生偏差，从而造成了惯导系统的主要误差来源。

把三自由度陀螺的外环去掉，使内环直接支承在基座上，就构成了二自由度陀螺仪。在图三中，将锁紧螺钉锁紧以后，外环和基座固结成一体，我们就得到二自由度的陀螺仪。二自由度陀螺仪没有定轴性。当基座以某一角速度 ω_k 绕 OC 转动时，由于高速旋转转子的陀螺效应，转子轴将趋向转动轴 OC，亦即转子将绕与转子轴及基座的转动轴相垂直的轴 OB 转动，



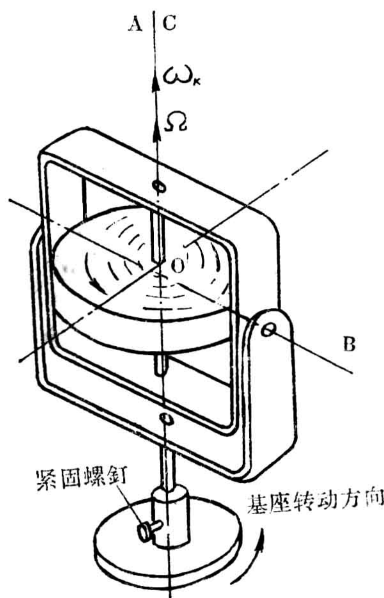
图三　二自由度陀螺仪原理图

直到转子轴和基座的转轴相重合为止（图四）。在惯导系统中有的就是利用二自由度陀螺仪的转子轴跟踪基座转动轴的特性来建立人工的惯性参考座标系。

捷联式和平台式惯导系统

惯导系统可分为捷联式和平台式两大类。在平台式惯导系统中一般用三个二自由度陀螺仪或两个三自由度陀螺仪与三个加速度表来组成一平台式惯导系统。它们直接安装在稳定平台的台体上。现在用由两个二自由度陀螺仪组成的单轴稳定平台来说明其作用原理。

图五所示二自由度陀螺仪，安装在单轴平台框架 HK 上，平台框架可绕 OC 轴相对基座而转动，当基座绕 OC 轴转动时，由于有干扰力矩的作用，平台框架 HK 将有绕 OC 轴的转动角速度，根据二自由度陀螺仪的特性，转子轴将趋向基座转动轴 OC 转动。这时电位计 P 将输出讯号给放大器，经过放大后，输送给力矩电机 D，力矩电机将产生一相反的力矩来抵消干扰力矩的作用，使平台框架稳定在原来的位置。这样就使平台对 OC 轴保持稳定，亦即不管基座绕 OC 轴如何运



图四　二自由度陀螺转子轴跟踪基座转动轴的特性

动，平台相对 OC 轴保持不动。三轴稳定平台就是利用三个二自由度陀螺仪来使平台对三个相互垂直的轴保持稳定，而建立起一个人工的参考空间。有了这种人工参考空间，利用自动控制技术，就可以使运载器按预定的航迹运动。当运载器运动时，平台和运载器的运动隔离，仍能保持给定的座标方向。如果在稳定平台上再沿各轴方向装上加速度表，配合上解算装置，就可以实现导航任务了。这就是所谓平台式惯导系统。

目前在飞机、舰艇和远程导弹上的惯导系统一般是采用平台式惯导系统。但近年来由于计算技术的发展，已有趋势向捷联式方向发展。所谓捷联式惯导系统的主要特点是去掉稳定平台，将陀螺仪，加速度表直接装在运载器上，它们所测得的讯号再经过计算机解算出导航信息来。这样就大大减轻了重量，缩小了体积，减少了结构及工艺的复杂性。例如德国的 V—2 导弹上，装有两个三自由度陀螺仪，一个是水平陀螺仪，主要用来测量和控制导弹的俯仰轴；另一个是垂直陀螺仪，它是用来测量和控制导弹的偏航轴和滚动轴的。另外装有加速度积分仪，这样组成了一个惯性制导系统。从其主要特点来说，它也可算是一种捷联式系统，但现在发展的捷联式系统和它已有很大的不同。

提高陀螺仪精度的途径

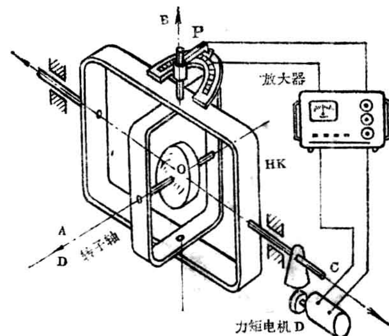
惯性导航的理论在三十年代初期就已提出来了，但由于对陀螺仪的精度要求高，实现起来有很大的困难，一直到五十年代以后，随着气浮技术和液浮技术在陀螺仪上的应用，陀螺仪的精度才有大幅度的提高，惯性导航技术便得到迅速的进展。在惯导系统中，对陀螺仪的漂移误差要求约在每小时十分之一度到每小时万分之五度的范围内。过去在飞机上用的陀螺仪，其支承方式用滚珠轴承，摩擦力矩大，漂移误差一般在每小时一度到每小时十五度的范围，远远不能满足导航精度的要求。因此不断降低陀螺仪的漂移误差已成为陀螺仪技术的中心问题之一。提高陀螺仪精度采取的办法主要是减少支承的摩擦力矩，目前已大量使用的是液浮支承和气浮支承。以二自由度液浮陀螺仪为例，转子和内环组成一浮筒组件泡在浮液里，浮液的比重选得足够大，使得浮力刚好和浮筒组件的重力相平衡，这样在内环轴上负荷几乎等于零，因而摩擦力矩很小，精度就大大地提高了。气浮支承又分为静压和动压的两种，静压支承是用二至三个大气压的气体送入浮筒和壳体的间隙中，使陀螺仪浮起，动压支承则是利用转子的高速旋转所产生的气膜，使转子浮起来。据国外的资料报道液浮或气浮的陀螺仪已可达到的最低漂移误差约为每小时百分之一度。大家知道，地球自转的角速度是每小时十五度，上述漂移已小于地球转速的千分之一。惯性导航用的陀螺仪的漂移误差一般是以地球转速的千分之一为单位来计算的，这种类型的陀螺仪统称为精密陀螺仪，目前得到广泛应用。

在宇宙航行中由于使用的时间长，对陀螺仪的寿命和精度的要求就更高，要求的漂移误差约为每小时千分之一度或者更高，为满足这些要求，有必要研制新型的陀螺仪如超电导陀螺仪，静电悬浮陀螺仪，超导核子陀螺仪以及激光陀螺仪等。据估计这些新型陀螺仪的漂移误差约可达到每小时千分之一度。目前大都还在试验室研制阶段，但它们的前途是很有希望的。其中激光陀螺发展较快，已作试飞，即将进入实用阶段。关于这些仪表的作用原理由于篇幅的限制，本文就不详细介绍了。

以上着重介绍了陀螺的特性及其在惯导系统中的具体功用，提高精度的途径等；至于惯导系统本身只粗略地谈了谈平台式和捷联式两种，以后将详细予以介绍。

插图：杨承德

运载器　是指飞机、火箭。船舶和潜艇等运载工具的通称。



图五　单轴稳定平台原理图

喷气式飞机的"粮食"——航空煤油

杨 大 灼

我国人民遵循毛主席亲自制定的独立自主、自力更生、艰苦奋斗、勤俭建国的方针。甩掉了帝国主义强加的"贫油国家"帽子，我国的石油和石油产品不但能自给，而且远销国外；我们不但能生产普通工业用油，而且能生产性能良好的航空煤油。

当你看到英雄的人民空军驾驶着战鹰，穿云破雾，翱翔在祖国的万里长空，保卫着祖国神圣领海和领空的时候，心中是多么的高兴！但是，你是否知道，喷气式飞机用什么作为燃料？

喷气式飞机的燃料是从石油里提炼出来的产品，叫做喷气燃料，我们习惯称为航空煤油。没有航空煤油，各种类型的燃气涡轮发动机，例如我们熟习的涡轮喷气发动机、涡轮螺桨发动机和涡轮风扇发动机等就不能运转，靠这些发动机作动力的飞机也就不能飞行，所以，人们又把航空煤油称作飞机的"粮食"。

航空煤油是怎样从石油里提炼出来的呢？对它有哪些性能要求？现在简要介绍一下：

复杂的炼制工艺

我们知道，石油的化学组成很复杂。它主要由各种碳和氢的化合物所组成，碳氢化合物在化学上简称为烃。石油里各种烃的沸点不一样。根据这个特点，利用加热蒸馏的方法加以分离，在常压和减压的条件下，就可把不同沸点范围的烃分开来，分离出的各种成分就是所谓的馏分。一般所指的航空煤油是石油里120～300°C 范围的馏分。

近代的喷气发动机燃料主要是用直馏方法从石油中提炼的，也有用催化裂化或其它裂化方法提炼的。从石油中提取的燃料是各种烃的混合物，一般说来，单靠直馏原油还不能制取优质的喷气燃料。为了改进航空煤油某些方面的性能，有时还需要加入各种添加剂来改善其性能。

多年的使用经验证明，较好的喷气发动机燃料是冰点为－60°C的直馏航空煤油。但是，这种燃料在生产上有许多困难和限制，最大的困难是制取具有低饱和蒸汽压（五十毫米水银柱）、而同时又具有低冰点（－60°C）的燃料，要获得饱和蒸气压低的燃料，必须选择120～300°C 范围内的馏分。可是从许多石油中所获得的120～300°C 范围的馏分，其冰点却在－40°C以上。因此，有时也用一些特殊的加工方法来制取低冰点航空煤油。

为什么馏分范围为120～300°C，冰点为－40～－60°C的航空煤油是比较好的喷气发动机燃料呢？因为这种煤油单位容积发热量高、饱和蒸汽压低、同时具有良好的粘性，能保证在允许的操作条件下和飞行高度内正常燃烧。从而使发动机获得必须的热能。

石油中，冰点为－60°C 的上述馏分燃料仅占百分之十，－40°C 的占百分之二十五。为了扩大航空煤油的来源，还广泛采用了60～280°C 范围的宽馏分燃料，这样可以大大提高航空煤油的产量，使冰点为－60°C 的燃料达到石油的百分之三十五。这种燃料的冰点低，但它含有大量的轻馏分，容易产生较大的蒸发损耗，造成气阻。如果燃油系统内产生气阻，则易引起供油脉动，造成燃烧不稳定，使发动机熄火停车。油泵承受脉动负荷，轴承容易损坏。甚至容易引起着火事故，在航空上使用不安全。因此，多数飞机不使用这种宽馏分燃料。

此外，为了满足高空高速飞机的需要，还出现了比重高的航空煤油。它的单位容积发热量高，可以相应地提高飞机的航程；饱和蒸汽压低，在高温、低压的工作条件下，可以降低油箱内油蒸气的压力，减少蒸发损耗，从而提高了着火安全性，也减少了发生气阻的可能性；这种煤油的粘度较大，在高温条件下，具有较好的润滑性能，改善了油泵的工作条件，从而延长发动机的寿命。它的缺点是蒸发和雾化性能差，因此，点火起动以及燃烧性能比一般航空煤油差。但从发动机设计上加以改进，这种煤油还是适用的。

苛刻的性能要求

航空煤油和一般工业用油在质量要求上大不一样。为了保证喷气式飞机速度快、升空高、续航里程远、发动机功效高，就需要有足够的热能产生动力来带动机械工作。因此，要求航空煤油有较高的发热量。飞机在高空飞行，气压低，煤油挥发强度大，产

生气阻的可能性大；另一方面，为了保证发动机能迅速起动和加速性能良好，要求航空煤油具有良好的蒸发性。为了防止低温下堵塞油滤，要求航空煤油在$-60°C$时不凝固，并且煤油里的高沸点烃类不致析出晶体。航空煤油在各种工作状态，特别是在小转速情况下，能良好地雾化，不产生积炭、燃烧完全和稳定，并具有最小的燃烧区。航空煤油对飞机燃油系统和发动机油路等部件不得有腐蚀作用，不生成腐蚀沉淀物堵塞燃油系统，燃烧产物对发动机燃烧部件不能有腐蚀影响。因此，必须严格控制航空煤油中硫化物和酸性、硷性物的含量，燃油必须经过不同深度的精制。飞机在超音速飞行时，飞机表面受空气动力加热的影响，油箱里的燃油温度可能达到100～150°C，为了保证燃油系统正常工作，要求航空煤油有高的热稳定性与氧化稳定性，对金属的敏感性低，不产生沉淀和胶质，以免堵塞油滤、喷咀和调节器孔眼等。

航空煤油不仅用作燃料，而且还起着冷却液的作用。特别是在高速飞行时，要能有效地冷却飞机、发动机的滑油、液压油及其它附件等。因此，要求航空煤油应具有较大的比热（温度增高摄氏一度所需要的热量叫比热）和导热系数（温度相差摄氏一度时，在单位时间内通过垂直于温差方向单位面积所传递的热量称为导热系数），显然，比热和导热系数愈大，用煤油作冷却剂的效果愈好。

此外，航空煤油在贮存和运输过程中性质也要稳定，应能阻止微生物的生长，以根除变质的因素。

对于航空煤油的全面性能要求还不止这些，以上仅就它的一些主要性能及其使用意义作简要的叙述。不难看出，对航空煤油性能的要求是很苛刻的。

广 阔 的 前 景

早在北宋时期（公元十一世纪），我国著名法家沈括在他的《梦溪笔谈》随笔集中，就记录下我国劳动人民用“脂水”作燃料，他称之为石油，并说：“……石油至多，生于地中无穷，不若松木有时而竭”，“此物后必大行于世”。我国石油这一名称就来源于此。但是，解放前，由于帝国主义、封建主义和官僚资本主义的黑暗统治，我国的经济十分落后，工业基础极其薄弱，几乎没有石油工业。帝国主义为了长期侵略和掠夺中国，他们的御用学者大肆鼓吹中国是“贫油国家”，就连点灯用的煤油也要依靠进口，完全靠“洋油”过日子。

解放后，中国人民在毛主席的革命路线指引下，贯彻执行“**独立自主、自力更生**”的伟大方针，我国石油工业获得了突飞猛进的发展。大庆油田就是按照毛泽东思想建设起来的我国工业战线上的一面红旗。它是从一九六〇年开始建设的。当时苏修社会帝国主义在石油上卡我们的脖子，对我国进行经济和技术封锁。在这样极其困难的条件下，英雄的大庆工人，高举毛泽东思想伟大红旗，发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神，用了不到三年的时间，就建设起我国的第一流大油田。

大港油田是继胜利油田之后，在激烈的阶级斗争中战天斗地，培植出来的又一朵绚丽的大庆之花。

伟大的批林批孔运动，进一步激发了广大石油工人、干部和科技人员的积极性，在“**工业学大庆**”的推动下，促进油田生产和建设阔步前进，为我国发展优质航空煤油提供了广阔的前景。在石油的开发和利用上，中国人民正谱写着新的篇章。



催化裂化　使石油中沸点高的重馏分在催化剂的作用下发生裂化作用，产生沸点较低的轻质碳氢化合物的过程。

蒸馏和直馏　蒸馏是基于液体的蒸发，然后将蒸汽冷凝的液体分馏。可以应用于精制液体，变更溶液的浓度及分开两种或数种液体的混合物。直馏是用以在大气压下从石油中蒸出轻质油品，直到瓦斯油的蒸馏。

馏分　石油中含有很多不同结构的碳氢化合物，其沸点不同，用蒸馏的方法按沸点范围分馏的组份叫做馏分。

冰点　煤油中某些组份开始结晶时的温度。

饱和蒸气压　从液体中蒸发的蒸汽，与该液体接触并达到平衡状态，此时的蒸汽叫做饱和蒸汽，饱和蒸汽的压力叫饱和蒸汽压。

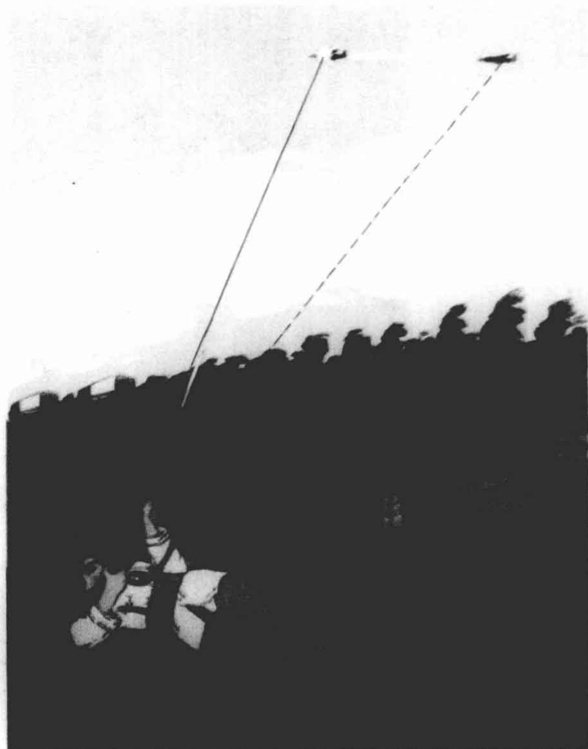
气阻　由于煤油在高空低压条件下，或受到飞行中各种能源的加热（气动热、机械热等），其中所含的轻馏分和溶解在油中的空气逸出，使燃油管路中产生气泡而阻塞燃油流通的现象。



大庆红花迎朝阳（油画·北京市一九七四年美术展览作品） 王 路作

步枪打飞机

帝国主义、社会帝国主义都是"唯武器论"者，迷信所谓"空中优势"。因此，与敌人飞机和空降兵作斗争，是对付敌人突然袭击，进行反侵略战争的一项重要任务。我们必须遵照毛主席关于**"备战、备荒、为人民"，"深挖洞、广积粮、不称霸"**的教导，充分做好精神上和物质上的准备，发扬一不怕苦，二不怕死的彻底革命精神，**"全力以赴，务歼人侵之敌"**。这个画页，介绍用民兵常用的轻武器——步枪、冲锋枪对空射击的方法。



① 射击水平飞行的敌机时，应根据飞机速度大小和距离远近，提前一定的机身倍数。计算提前倍数的方法：飞机速度乘子弹到达飞机的时间，除机身长度。所得的数字，就是在瞄准时应当考虑的提前量。



④ 根据步枪、冲锋枪的特点，对敌机射击时，距离在五百米内比较有效。这是利用围墙对空射击。



⑥ 如果平时修筑适当的对空射击工事，敌机来犯时就能更好地歼灭它。这是利用工事对空射击。



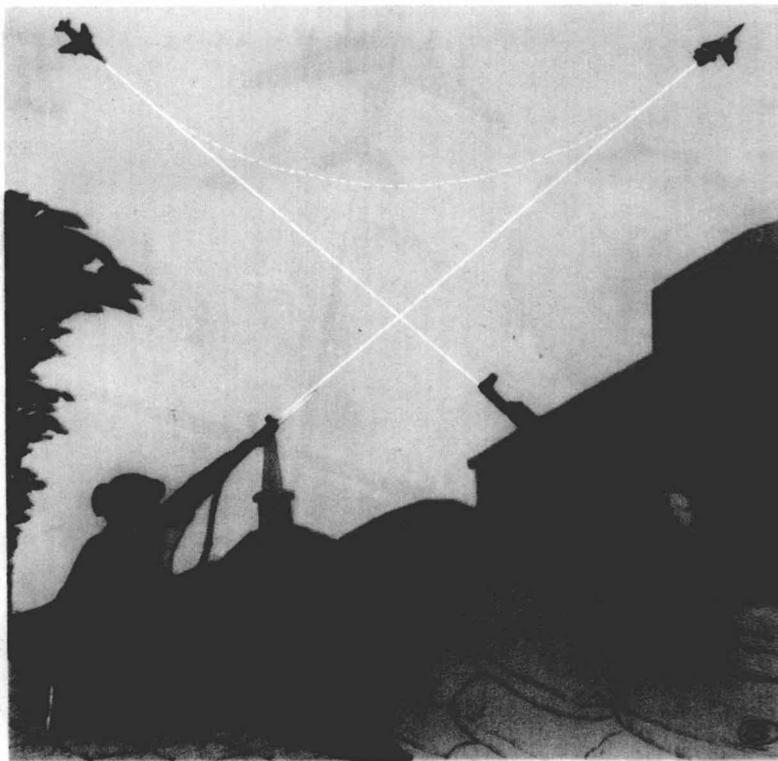
⑤ 射击距离五百米内的敌机时，步枪、冲锋枪应装定表尺「3」。这是利用土坑，采取仰卧姿势射击。



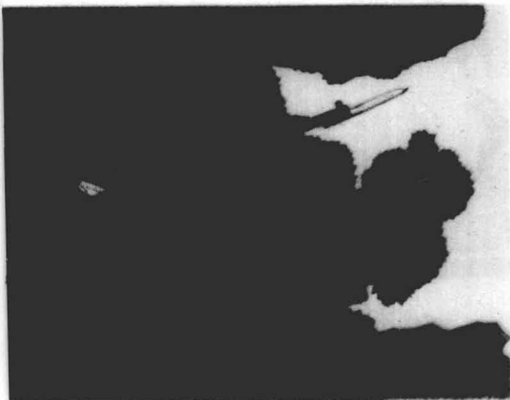
⑦ 对空射击时，应尽量利用地物采取适当的射击姿势。无地物利用时，可采取仰、跪、立等姿势射击。



② 对侧方俯冲的敌机射击时，瞄准点应选在敌机的俯冲方向或俯冲后离去的方向上；在俯冲阶段，射击时，应比水平飞行时的提前量增大四分之一。这是因为敌机俯冲速度比水平速度通常要大四分之一。



③ 对俯冲的敌机射击时，瞄准要领应根据不同情况来确定。对向着射手俯冲来的敌机，可直接瞄准机头射击；对背着射手俯冲后离去的敌机，可直接瞄准机尾射击。在这两种情况下，因为敌机的航线与射线概略重合，所以都不必选取提前量。



⑧ 要根据敌情、地形和环境条件，灵活地选择迎击敌机的地点和射击姿势。这是利用树木对空射击。

民兵常用武器打飞机提前量计算参考表

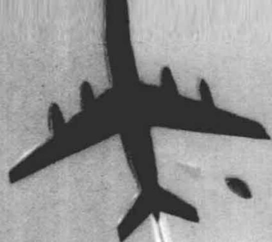
飞行速度 公里/小时 \ 提前量（机体） \ 水平高度（米） 枪种			200		300		400	500
			冲锋枪	步（骑）枪 机枪	冲锋枪	步（骑）枪 机枪	步（骑）枪 机枪	步（骑）枪 机枪
500	机身	大型	4	2	6.5	3	4.5	6
		小型	6	3	10	5	7	9.5
1,000	机身	大型	7.5	4	12.5	6	8.5	11.5
		小型	7	6	20.5	10	14	18
1,300	机身	大型	9	4.5	15	7.5	10	13.5
		小型	15	7.5	24.5	12	16.5	32
1,800	机身	大型	12.5	6.5	21	10	14	18.5
		小型	20	10	33	16	22.5	30
200		机身	2.5	1	4	2	3	3.5
附		注：	直升飞机的飞行速度约200公里/小时					

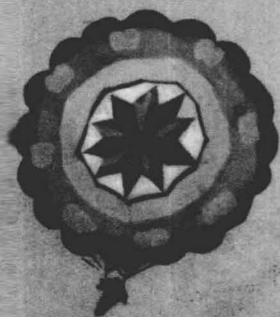
目测飞机距离参考表

距离（米）	可见飞机上的景况
200	可看清飞行人员在座舱内的头部
300～400	可看清飞机的标志、号码和舱盖的结合部
500～600	可看清机身的颜色，但看不清飞机标志、号码
800～900	能分清机身、机翼和机尾
1,200	只能看清飞机的轮廓

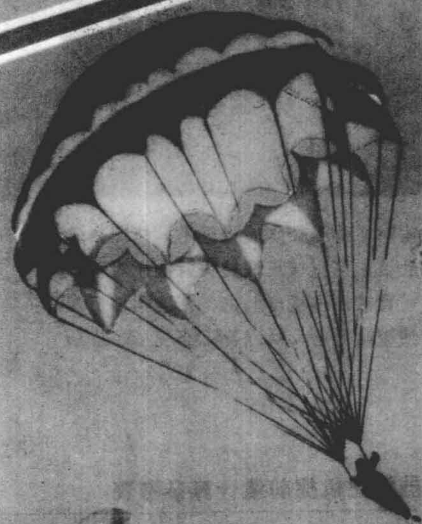


五彩缤纷的表演伞





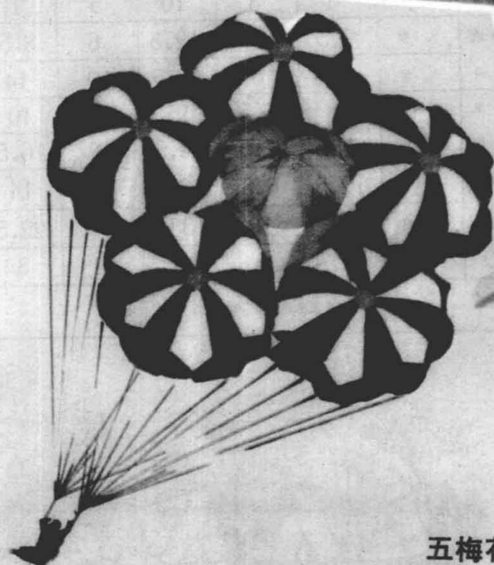
圆环内接花伞



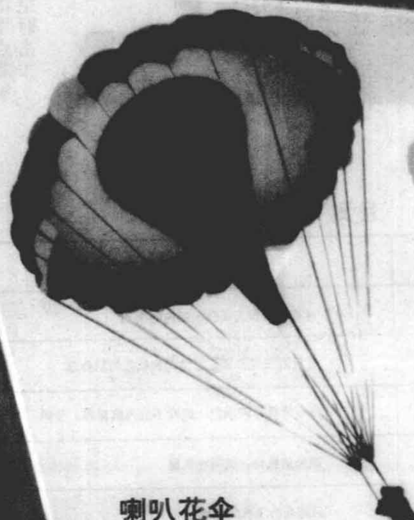
花伞



天坛伞



五梅花伞



喇叭花伞



飞机为什么能飞

张　太　昌

当青少年们看到一队队雄伟的我人民空军战鹰掠空而过，在心中总思索着一个问题：飞机究竟为什么能飞？有的说，象轻气球那样飘浮起来的吧？有的说，象风筝那样靠风力把它吹起来的。这些都说得不够确切，那末，是什么力量把重达几十吨的飞机支持在空中不掉下来呢？这得从头说起。

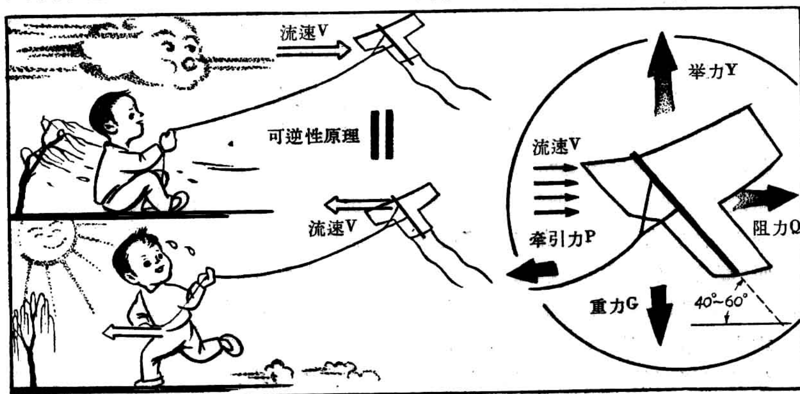
空气动力

就拿我们放风筝来说吧！风筝为什么能停留在天空中呢？大家都知道，这是由于空气流动形成风，风作用在风筝上就产生力，是这个力把风筝托了起来。这种由空气对物体作相对运动，在物体上产生的力，就叫作空气动力。

空气动力一定要空气对物体作相对运动才能产生。如果一架风筝静止地停留在无风的天空中，那它是要掉下来的。所以说，风筝能靠风力托起，必须或天空有风，靠空气对风筝作相对运动产生空气动力；或天空风虽甚微，但我们拉着风筝奔跑，由风筝对空气作相对运动，也能获得同样的空气动力效果。这两种情况可以互相转换，这叫做可逆性原理。这个原理对于飞机飞行的研究工作很重要。例如：用风洞来研究飞机在空中的飞行状态就是利用这个原理。

风筝靠风托起来，除了必须空气和风筝间有相对运动外，还必须风筝平面和空气流动方向成一定的角度(例如四十度到六十度)，这样，空气动力作用在风筝上也成一定角度（见图一)，这个空气动力可以分为两部分，向上的举力部分就是用来克服风筝自重的托起力，向后的阻力部分由绳索传到我们手里、由手的牵引力来平衡。

飞机是靠机翼上产生的举力（又叫升力)，支持它在空中飞行。机翼要产生举力，也和风筝一样，必须飞机和空气间有相对运动，必须机翼平面与空气流有一定的角度。但机翼上的空气动力不是象风筝那样靠空气流直接压迫在风筝面上而获得，那样所获得的举力要伴随以巨大的阻力，是飞机所不允许的。那末，究竟机翼上的巨大举力是怎样获得的呢？为了说明这个问题，先得谈两个理论问题。



图一　风筝上的空气动力

流体的连续性

在实际生活中我们可以感受到，河水流过窄而浅的河床时，流速就要变快。夏天乘凉时，坐在两个屋子之间的过道中，那里就有流速较高的“穿堂风”。

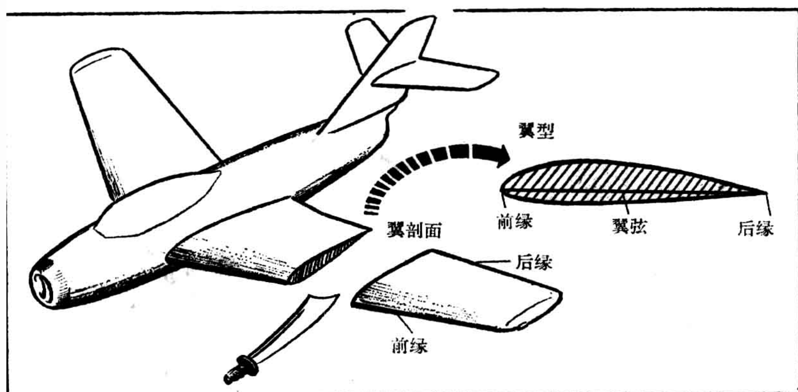
这种稳定气流流过窄的通道流速加快，流过宽的通道流速就变慢的性质，是因为空气的流动是连续不断的，按质量守恒法则，就是在相同的时间内，流过每一通道的空气质量都是相等的。因而，如果认为空气密度保持不变，则在通道窄的地方，流速必然增大，在通道宽的地方，流速必然减小，这种性质叫做气流的连续性。

在通道中流体流速的快慢，通常可用通道中流线的稠密程度来表示，凡是流线稠密的地方，表示通道窄，流体受到约束，流速快；反之，就慢。所谓“流线”，简单说就是流体微团流动所经过的路线，根据流体连续性定理，那末，这种流线就代表着空气微团的质量，在整个空气流动过程中，流线是连续的、不能中断的。按流线画出的流体流过物体的图象叫流线谱。

伯努利定理

由流线谱可看出流体的连续性和各处的流速变化，但要完整地了解空气动力特性，还必须了解流体另一个重要规律——伯努利定理。

我们先来思考几个小例子，象封三图中所示，有靠得很近并肩行



图二 机翼的翼型

驶的两只船，按说，水在两船之间，好象插进一个楔子，应该把它们分开来才是。然而实际情况恰恰相反，两船不但不分开，反而会自己靠拢，而引起互撞的事故。是什么力促使两船相撞呢？一定是船的外侧水的压强大（正号），两船之间水的压强小（负号），内外侧造成压强差，才会把两船压得互相靠拢。这是因为，由连续性定理可以看出，两船之间由于船弦呈弧形，构成一个中间细两头粗的通道，所以水的流速必然比外侧流速大。由此可见，凡是流速大的地方，流体压强就小；流速小的地方，压强就大。又如，你手拿两张平行的纸片，使劲地吹气想把两张纸片吹开，但纸片却反而靠得更近了。大家还可举出很多这类例子。

上面这个现象我们可以这样解释：气流有了运动速度，它就有了可以作功的能力，例如吹动风车。这种能力的大小与空气密度和运动速度的大小有关系，我们用（$\frac{1}{2}$密度×速度²）来表示，叫它作动压力。除了动压力外，气体分子向四面作用的压力也可以作功，例如球胆中的压力太大会把球胆胀破，这个压力是势能的一种，也就是气压表上可测得的压强，我们通常叫它作静压力。气流中会有动压和静压，这种动压和静压的总和叫做全压力或总压。根据能量守恒法则，一般情况下气流中任一处的总压总是一定的。这句话用数学形式表示出来，就是：

静压＋动压＝总压（常量）

如果用 p 代表静压，$\frac{1}{2}\rho V^2$ 代表动压，B 代表总压，那么上式就成为，

$$P_1+\frac{1}{2}\rho V_1^2=P^2+\frac{1}{2}\rho V_2^2=B$$

（常量）

这个式子就叫伯努利方程式。从这个式子可以得知，既然流体在通道中流动时能量不增不减，那么，当流过窄的通道时，流速快了，动压增加了，静压就必须相应减小；反过来说流速减慢的地方，静压就要增加。下面看看机翼上的情况。

机翼上的举力和阻力

飞机机翼上产生空气动力——举力（又叫升力）和阻力的情况，基本上和风筝相似，所不同的是机翼由具有流线形形状翼剖面（又叫翼型）所构成，象图二所示。不同类型的飞机有不同型式的翼形。一般翼剖面的前端圆钝，后端尖锐，上边较弯、下边较平，上下不对称，颇象去掉尾巴的鱼侧影。翼剖面最前端的一点叫“前缘”，最后端一点叫“后缘”。这两点之间的连线叫“翼弦”（又叫“弦线”）。

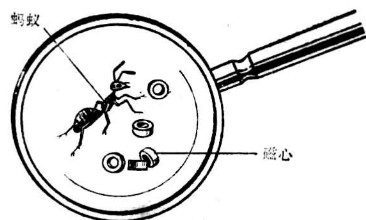
当飞机靠着发动机产生的推力在空气中以速度 V 向前运动时，根据前面提到的可逆性原理，也可看作空气流冲着飞机以速度 V 流过机翼翼剖面上下表面。如果我们单独取出一个机翼翼剖面在气流中的流线谱来分析问题，象封三所示。从 a 视图中可明显看出，翼剖面的上边气流由于凸起处通道变狭，流线稠密，也即意味着气流在这部位是高速通过的，流速要大于前方速度 V，于是这部位流体的动压增高了，相应的静压降低了，低于翼剖面前方气流的大气压。翼剖面下边是平直的，气流能较平滑地流过，因而流速接近 V，静压与前方大气压基本上相等。这样翼剖面上下静压不一致就产生了空气动力（压强差）。再加上向后的摩擦力，于是就形成了总空气动力 R。R 的方向向后向上。按力的平行四边形法则，根据它们实际所起的作用，可把 R 分成两个分力。一个与流速 V 垂直，起支托飞机重量的作用就是举力 Y。另一个与流速 V 平行，起阻止飞机前进的作用，就是阻力 Q。总空气动力 R 与翼弦的交点叫做“压力中心”，就好象整个空气动力都集中在这一点上作用到机翼上去似的。

倘若我们换一个上边凸起，下边也稍稍凸起的翼剖面，并使它的前端稍稍上抬，和相对气流的流速形成一个不大的“冲角”（又叫“攻角”或“迎角”）。那么，象图 b 所示，它在气流中产生举力的情况，和图 a 相似。它所获得的举力较 a 大。

由上面分析可以知道，飞机就是靠机翼具有特定形状翼剖面，以及调节翼剖面弦线与相对气流间的冲角，来获得足够大的举力，使得不仅可以托起飞机好几十吨的重量，还可利用不断改变机翼冲角，获得各种举力值，适应飞机的不同的飞行情况。

当然，以上只是讲到了飞机为什么可依靠机翼上的空气动力将它支托在空中，至于如何使飞机飞得很好，只得以后陆续讲解。

电子计算机的存贮器



伟　青

电子计算机在航空中的应用越来越广泛，为了使读者进一步了解电子计算机的主要组成部分及其功用，从本期起，陆续介绍这方面的基础知识。

电子计算机一般由运算器、存贮器、控制器、输入和输出设备等组成。一台电子计算机的存贮容量的大小，是表示它的计算能力强弱的一个重要方面。我国第一台每秒钟运算一百万次集成电路电子计算机——DJS-11机，它的内存贮量为十三万字，字长四十八位，因此它的计算能力很强，能用来进行各种大型数值计算和数据处理。在几分钟内它能算出十天的气象预报数据，这不仅对工农业生产，而且对飞机安全飞行来说都是十分需要的。使用DJS-11机处理大量地震勘探数字资料，能较快地计算出结果，指明油层的具体分布，从而加快了石油勘探速度，为我国社会主义工业，也为航空部门源源不断地提供更多的燃油。当然，这样大型的通用计算机也能用在航空部门中进行科研生产和空中交通管制等。

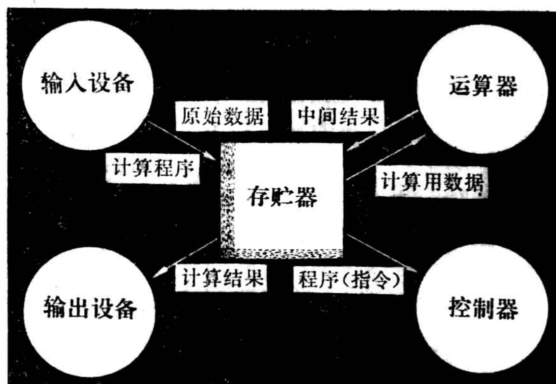
存贮器是计算机的重要组成部分。它在计算机中起什么作用呢？在日常计算工作中，总是事先将计算公式和数据写在纸上，照着纸上的内容操纵计算器完成＋、－、×、÷等计算任务。纸张起着存贮数据和操作内容的作用（图一）。

计算机中的存贮器就是存贮原始数据、计算程序（由若干条指令组成）及运算的中间结果和最终结果的设备。可以随时从存贮器中取出运算所需要的数据、指令和计算的中间结果和最终结果（图二）。计算机只有配备了存贮器，才能快速、自动连续地完成复杂的计算任务。

存贮器的类型

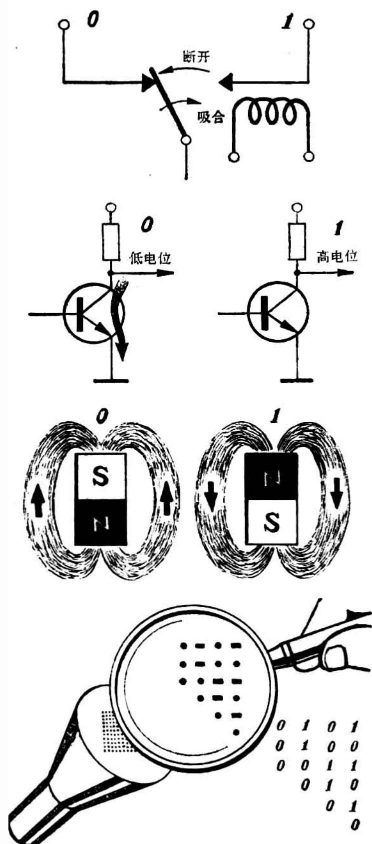
随着生产和科学技术的迅速发展，要求速度更快、计算能力更强的计算机来满足国民经济日益增长的需要。在运算过程中，存贮器的工作是很频繁的，需要从存贮器中取指令、取数和存放计算结果。可以设想，如果存贮器的取数或存数时间越短，那么计算机工作速度就越高；如果存放的指令和数据越多，那么机器的计算能力也就越强。一般我们以"存取时间"和"存贮容量"这两个名词来表示存贮器的性能指标。但是存取时间存贮容





图一（左）电子计算机一定要由起控制、存贮和运算作用等的部分组成

图二（上）电子计算机的主要组成部分



图三　用形成和保持二种不同物理状态的器件来存贮“0”和“1”

量是有矛盾的。存取时间短的存贮器，它的容量就不能很大；反之，容量大，则存取时间长。

为了解决这个矛盾，把存贮器分为内存贮器和外存贮器。一般内存贮器的容量较小，速度较快；外存贮器的容量较大，速度较慢。内存贮器直接与运算器、控制器交换信息，参与操作；外存贮器则事先存入大量数据和计算程序，定期成批地与内存贮器交换信息。所以前者又常称为操作存贮器、或主存贮器；后者称为辅助存贮器。

然而，在小型机载计算机中，由于要求计算的工作量一般并不很大，计算能力与速度的矛盾往往降为次要矛盾，而可靠性高、体积小和重量轻往往是机载计算机的重要指标。因此，在小型机载计算机中就没有外存贮器，而由内存贮器担负全部存贮任务。

存贮器中存放的数据或指令是用二进制形式表示的。（请参看本刊第一期《浅谈电子计算机原理》一文。）例如一个二进制的五位数10110（即十进制的22）其中每个代码不是1就是0，只有二种形式。所以原则上说，通常能形成并保持二种不同物理状态的器件都可以用来作为存贮器的元件。如继电器、电子管（或晶体管）寄存器、磁性元件及电子束管都具有二种稳定的物理状态，可用来存贮“0”和“1”两个代码(见图三)。下面介绍目前普遍应用的一种内存贮器——利用记忆磁心作存贮元件的存贮器。至于外存贮器，留待以后另文介绍。

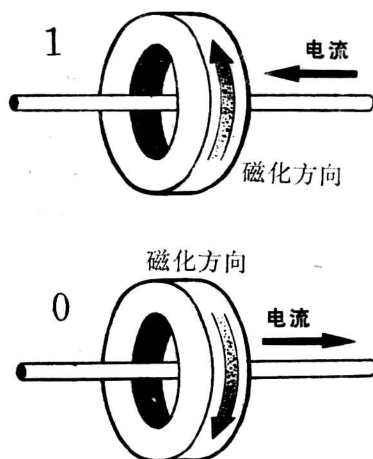
磁心存贮器的工作原理

存贮器中用的记忆磁心是十分小的，有的外径只有零点五五到零点八毫米左右，内径为外径的三分之二，比蚂蚁小得多(见题图)。在这样小的磁心中，穿导线，通电流，电流的方向不同，磁化方向也就不同（图四），构成两个不同的磁饱和状态，用以分别表示“1”和“0”。

记忆磁心是用具有矩形磁滞回线的磁性材料做成的。

磁心的磁化状态，即存贮“1”或“0”，取决于导线中流过电流的方向和大小。

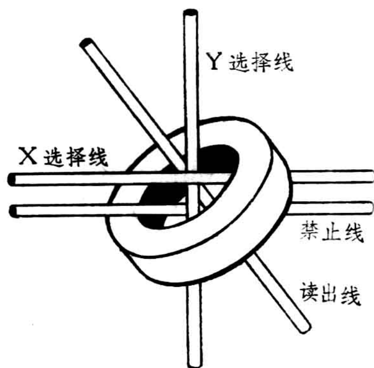
实际上，为了在磁心中读写“0”和“1”，在磁心中穿一根导线是不够的，而是要穿数根导线。如穿四根线时，纵横各穿一根选择线，横向为X线，纵向为Y线，斜穿一根读出线，还有一根禁止线，与横选择线平行，如图五所示。要读出时，只要使X、Y选择线各通以电流，如果磁心中存贮的是“1”，



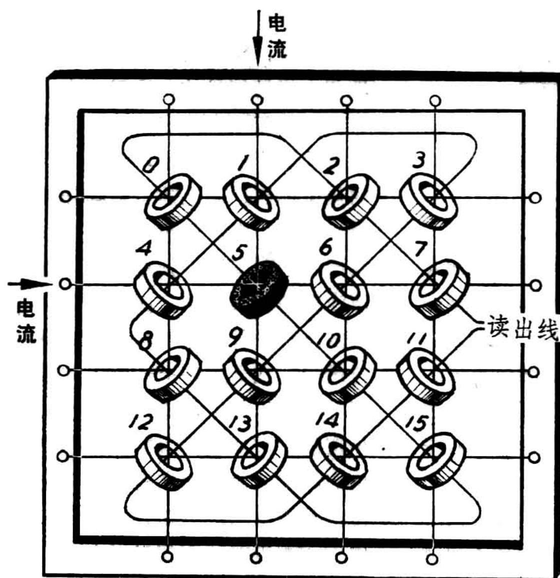
图四　电流方向不同，磁化方向也就不同，用以存贮“0”和“1”

合成电流使磁心磁化方向从存贮“1”变为存贮“0”的状态，磁通改变量较大，因而在读出线中就感应产生较大的电势(几十毫伏)。如果磁心存贮的是“0”，合成电流使磁心保持原有存“0”的磁化方向，磁通变化量不大，在读出线中只感应产生较小的电势（几毫伏至十几毫伏)。于是可以根据读出线中感应产生的电势的大小，来辨别磁心原来存贮的是“1”还是“0”。

不过，不管磁心原来的状态是“1”还是“0”，经过读出后都一概变成了“0”，所以若磁心原来的状态为“1”，在读出“1”后，还需重新写入“1”，以恢复原状。实际上不论读出“1”或“0”后，在X、Y线上都通



图五　穿四根导线的磁心



图六　把磁心排列成矩阵

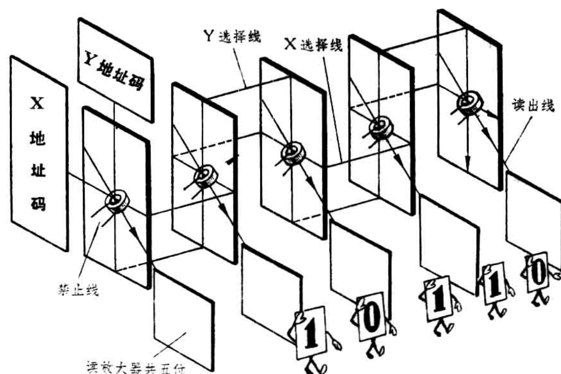
以写"1"电流，因此在读出"0"后，必须在禁止线中通以禁止电流，与写"1"电流方向相反，禁止写"1"。

单个磁心只能存放一个代码（1或0），把磁心纵横对称排列成矩阵（图六），再把这一块块磁心矩阵板各各串连起来，就构成磁心体。磁心体犹如一座仓库，仓库中有许多存放物品的存贮单元，每一个单元有一个编号，这叫做地址码。每一个单元有若干层，一层相当于一个磁心，顺序排列，若干层磁心可存放字长为若干位的二进制数。例如，10110这个数有五位，需要有五个磁心贮存（图七）。读出时，只要接地址码，在磁心矩阵中选择X、Y线各通以电流，在被选定的地址的一串磁心中就有合成电流，就能把这一串磁心存贮的数读出来，如图七所示。在这个例子中，字长五位，需要五个磁心贮存。如果字长n位，就需n个磁心贮存，那么，磁心体要有n块磁心矩阵板组成。

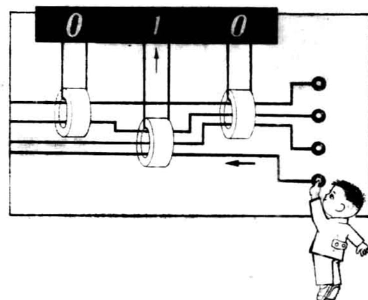
在存贮器中，为了从磁心体中随时存取二进制数码，还需要有寻找地址码的选择系统，读出信号并传送给运算器、控制器的读出线路，写入信息用的写入线路，以及其他控制线路等。

只读存贮器

机载计算机中常采用只读存贮器，因为飞机上所用计算机的一些计算任务往往是确定的。例如需要完成自动导航任务，只要导航的方式确定，那么已经飞行的路程、距目的地距离、飞行航向等的计算公式是确定的，以及计算公式中需要用到很多数据也是确定的。这些计算程序和数据，可以事先贮存在存贮器中，不用随时改变存贮内容。这样的存贮器叫做只读存贮器，比较简单、可靠。此外，机载计算机中也采用上面介绍过的随时可以写入新内容的存贮器，叫做可写存贮器。



图七　五位数磁心体示例



图八　利用变压器磁环作存贮元件

只读存贮器目前用得较多的是变压器存贮器。它是利用变压器磁环作为存贮元件。图八中有三个变压器磁环。图中的选择线有穿过磁环、也有不穿过磁环的。当选择线1（从下往上数）通有电流脉冲时，在位于中间的变压器磁环中产生磁化，读出线中就有感应信号输出。因选择线1不穿过左面和右面的磁环，不会使其磁化，读出线圈1和3（从右往左数）中就没有感应信号。在读出线圈中有感应信号表示"1"，无感应信号则表示"0"。因此，选择线1通电流时，读出的是一个三位数"010"。

近几年来，要求存贮器向着存贮容量大，存取速度快，以及小型化、集成化的方向发展。机载计算机要求存贮器工作可靠、体积小、功耗小，大规模集成电路正好满足这些要求。

在党的**独立自主、自立更生**方针指引下，我国工人阶级和科技工作者在研制大规模集成电路方面取得了可喜的成绩，促进了我国电子计算机事业的迅速发展。让我们在毛主席无产阶级革命路线指引下，为迅速赶上和超过世界先进水平努力前进。

题图：王国伦　插图：章振业

本期封底

西沙雄鹰

本栏解说：任明福

今年一月十五日到十九日，南越西贡当局悍然出动海空部队，强占我西沙群岛的甘泉岛和金银岛，并向我琛航岛发动武装进攻。西贡当局这种肆无忌惮的挑衅行为，激起了中国人民的极大愤慨。我人民解放军海防部队和南海的渔民民兵，遵照毛主席**“人不犯我，我不犯人，人若犯我，我必犯人”**的教导，为了保卫自己领土的主权，进行了英勇还击，打退了他们的进攻，给了入侵的西贡伪军以严厉惩罚。

西沙群岛是南海诸岛中靠西北面的一群岛屿，位于海南岛东南一百八十多浬，由大约四十个岛屿、沙洲、暗礁、暗沙和暗滩所组成。它们和南海上的其他三组群岛（东沙群岛、南沙群岛和中沙群岛）一样，历来就是中国的领土。

西沙群岛大体上可以分为两部分，东北部分叫做宣德群岛，包括永兴岛、石岛、赵述岛和东岛等岛屿；西南部分叫做永乐群岛（它与宣德群岛均以明朝的年号命名），包括甘泉岛、珊瑚岛、琛航岛、晋卿岛和中建岛等岛屿。这里离赤道较近，一年四季炎热多雨，平均气温在摄氏二十四度以上，是我国典型的热带地区。岛上热带植物和动物繁殖茂盛，海洋资源也十分丰富。我国广东省渔民，长期以来一直在西沙群岛从事生产。西沙群岛也有许多热带树林，天然林中以麻疯桐树最多，在金银岛上形成了茂密的森林；人工林中，主要是椰子树，早在清代，从我国大陆前来这里捕鱼的渔民，便开始在岛上种植椰子树，解放以来，更是大量栽植。当你走在海边的沙滩和当风之处，会看到一排排满目欣欣向荣的椰子林。祖国的西沙，是一组美丽富饶

*　　*　　*

俯看群岛添壮美

——评彩色照片《西沙雄鹰》

北京空军　张芬芝　唐禹民

彩色照片《西沙雄鹰》以鲜亮丰富的色彩，气势磅礴的英姿，深情地描绘了祖国西沙群岛的美丽富饶，生动地显示出我国无产阶级专政的强大威力。它是在批林批孔的推动下，摄影工作者努力创作，勇于实践，用摄影艺术反映战备题材的收获。

如珍珠，似翡翠，喜看群岛多壮美。看着《西沙雄鹰》这幅照片，伟大祖国的锦绣河山映入眼帘，我们仿佛驾着雄鹰翱翔在西沙群岛，俯视它的秀美壮丽。凝望着秀丽的祖国宝岛，使我们心中充满对伟大祖国的自豪和热爱，更加坚定了我们捍卫祖国神圣领土的坚强决心。《西沙雄鹰》的作者，正是紧紧抓住『富饶』和『保卫』的密切联系，通过照片的艺术形象，生动地说明：伟大祖国的神圣领土是美丽的，富饶的，正由于它的富饶美丽，人民爱它，强盗垂涎，更须用战斗来保卫。

《西沙雄鹰》这幅照片，在艺术表现上，也有一些特点，主要表现在照片构图严谨、造型优美。在空中拍摄飞机编队，是比较困难的。尤其是为了生动地反映『西沙雄鹰』这一主题，仅仅拍出四机编队的威武阵容还不够，还要透过编队的飞机把西沙群岛这个地面上的固定目标一起拍摄下来，并使飞机与海岛之间的透视空间协调得当，融为一体。这就显得更加困难了。这是因为飞机在中空飞行，距离海面较近，而且飞行速度又比较大。所以，拍摄飞机和海岛之间所处透视关系的时间极为短暂，几乎一掠而过。要摄取这样的镜头，不熟悉海岛的自然环境，没有敏锐的反映和熟练的摄影技巧，是不容易完成任务的。作者怀着对祖国宝岛的无限热爱，在拍摄前曾经对西沙群岛的自然环境进行了细心的观察和体验，对整个画面做了精心研究、探索。因此，当他乘飞机到达西沙的上空，就能够抓住转瞬即逝的时机，把画面迅速完美地拍摄下来。

其次，这幅照片色调协调，层次分明。作者根据海上的气象条件，较好地利用了中午的顶光，从而加大了照片的反差，增强了海岛的质感和飞机的动态，同时整个画面呈现兰色调子，有助于把银色战鹰辉映得更加突出。鸟瞰下去，群岛周围的礁盘和海风卷起的朵朵浪花互相撞击，在灿烂阳光照耀下，在宝岛四周形成一条光彩绚丽的白色环带，把海岛装点得分外壮观。几缕白云在海风吹拂下轻轻浮动，使海面和天空隔开，增强了空间透视感，使整个画面虚实得当，层次分明，从而为刻画海岛美丽，战鹰雄伟创造了条件，进一步突出了作品的主题思想。

看了《西沙雄鹰》这幅作品，我们格外高兴，希望广大摄影工作者在创作实践中，努力学习和运用革命样板戏的创作经验，为创作更多更好的航空题材的摄影艺术作品而努力！

的宝岛！

当我们接到反映保卫西沙题材的照片创作任务时，心情都很激动。我们乘飞机来到西沙群岛上空，俯视下去，一个个岛屿象一把珍珠，撒在浩瀚的南海面上。金子似的沙粒，白玉般的海滩，灿烂的阳光，在万里浪尖上闪烁。祖国的宝岛是这样的富饶美丽、雄伟壮观，人民爱你，强盗垂涎，我们必须用战斗来保卫你！照片的主题思想，在我们心里更明确起来了。

读者们在本期封底看到的这幅《西沙雄鹰》彩色照片，是在中央首长亲切关怀下，在批林批孔运动推动下拍摄的。画面上我人民空军的战斗机群，正在西沙永乐群岛上空执行巡逻任务。驾驶战鹰的，是常年保卫着祖国南大门的空军某部二大队的战士，他们在深入批林批孔运动中，狠批林彪与孔孟之道，认真学习毛主席军事著作，批判林彪资产阶级军事路线，推动了战备训练，迅速提高了海上作战本领，提高警惕，时刻做好反侵略战争的准备。

这张照片拍摄之前，我们事先同指挥所和飞行员研究了拍摄计划，然后同巡航机群分别出航。我当时乘坐一架喷气式双座飞机，在西沙上空会合了巡逻机群。我飞在机群上方进行短时间的跟随拍摄，拍下了机群和永乐群岛的一部分。海面上椭园形的那个大岛屿是珊瑚岛，岛中间绿色部分是树林，黄色的是沙滩，外圈象镶上一条白边的是海浪。这个大岛上方的白色小圆圈是甘泉岛，右边是金银岛。照片是今年五月初拍的，选择了能见度较好的中午十一点左右，用彩色负片，胶卷速度二十度，光圈十六，曝光时间二百五十分之一秒，飞行高度三千米，隔着飞机座舱的透明玻璃舱盖拍摄。



“逆火”与“B-1”

本栏解说：吴少猷

战略轰炸机“逆火”与B-1是苏美两霸正在研制的杀人武器。

一切反动派对人民，对革命是不仁的，他们是刽子手。在两千多年前的春秋战国时代，奴隶制的看家狗孔老二嘴里一面念着“仁者爱人”的圣经，一面却破口大骂峰烟滚滚的奴隶起义，说他们是“强盗”和“祸害”，恨不得斩尽杀绝，当他听到郑国奴隶主在一次镇压奴隶起义中，杀害了全部参加起义的奴隶时，就高兴得一个劲儿地狂叫“杀得好”；两千多年后的今天，苏美两霸竭力施放“裁军”、“限制战略武器”等烟幕，疯狂扩军备战，镇压人民革命。

苏修、美帝为了争霸世界，它们互相勾结，互相争夺，演出了倾力角斗的幕幕丑剧。作为侵略工具的战略轰炸机“逆火”与B-1的出笼，就是其中的一幕。

苏修在依靠有人和无人驾驶武器相结合的“混合威慑力量”的思想指导下，为了使轰炸机与空对地导弹结合，从其飞行基地“能达到地球表面的任何地方”，在继续发展洲际弹道导弹的同时，拼命发展战略轰炸机，“逆火”（“逆火”是西方军事部门给这种苏修飞机起的名字）因此而登台。从一九六九年两架“逆火”试飞以来，约有十二架参加了试飞。据外刊报道，该机已投入批生产。估计今年提供使用。

苏修疯狂地发展战略武器的势头，使美帝惴惴不安，担心“战略核平衡向有利于苏联方面转化”。为了保持军事优势，美帝在以陆基洲际弹道导弹、潜艇发射导弹和战略轰炸机的“战略威慑三要素”为基础的思想指导下，也拼命发展战略轰炸机。早在一九六二年，美空军就提出了“高级有人驾驶战略飞机”计划，并在一九六九年正式定名为B-1。按预定计划，原型机将于一九七四年五月开始试飞，一九七八年五月第一批生产型飞机将交付战略空军司令部使用。据报道，由于投产日期一推再推，提交使用日期将受到影响。

两霸拼命发展战略武器的目的，不只是在于压倒对方，归根结底是要用它们来屠杀人民，镇压革命。但是国家要独立、民族要解放、人民要革命的历史潮流，决不是一两件新式武器所能阻挡的。为了充分作好反侵略战争的准备，我们应当密切注视和了解两霸的所作所为。下面根据国外航空报刊的资料，对“逆火”和B-1作一简单介绍。

据外刊报道，“逆火”是在图-22轰炸机的基础上发展起来的。它

采用的是可变后掠机翼，外翼段可在二十度至六十度范围内掠动。机长四十八点七米，翼展四十米。最大重量一百二十三吨。装有两台HK144加力涡轮风扇发动机，单台推力约一万七千五百公斤。为逃避防空火力袭击，以便深入别国后方进行轰炸，设计要求“逆火”能在高空以超音速，低空以亚音速突防。高空最大速度约为音速的二点五倍，低空冲刺速度可达音速。还要求此飞机具有空中加油能力。不加油的最大航程为七千四百公里。作战半径为三千二百公里。

在武器配置上，“逆火”拟携带多种炸弹和远程空对地导弹，估计装有复杂的西方叫做ASM-6的空对地导弹。这种导弹装有固体火箭发动机，射程为七百四十公里。为了突防，它可能携带诱惑导弹和电子对抗设备。还打算载正在研制的射程为三千公里的空对地导弹。

“逆火”还有一种海军型飞机在研制中，这种飞机的外部传感器有明显改变，还打算增加一枚与主攻导弹极为不同的新导弹，其目的是用它来担负反潜艇的任务，也对包括太平洋中部地区内的海军部队实施侦察和轰炸。

B-1是B-52的后继机，它采用的也是可变后掠机翼，外翼段掠动范围在十五度至六十五度之间。B-1长四十三点七米，高十点二米，机翼最大后掠时，翼展为二十三点八米，最小后掠时为四十一点五米。最大重量为一百八十吨左右。装有四台F101加力涡轮风扇发动机，单台推力为一万三千六百公斤。设计要求它具有低空以高亚音速突防和高空以超音速突防的能力。最大速度(一万五千米高度上)约为音速的二点二倍，超低空（一百五十米）突防速度约达音速的零点九倍。它装有地形跟综电子设备，企图在三十米的高度，以每小时七百四十公里的速度沿复杂地形飞行。带核武器轻载时，最大航程为一万六千公里，满载时为一万一千公里。也要求具有空中加油能力。作战半径为四千六百公里。

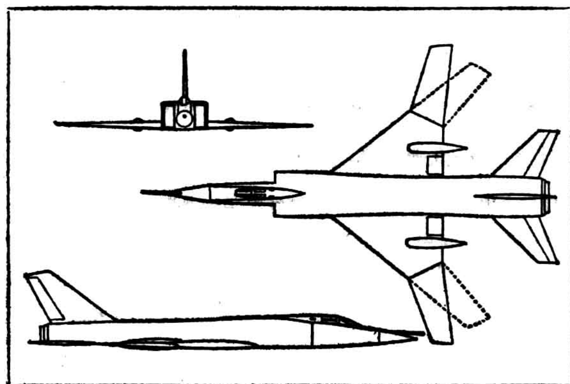
为了提高B-1的生存力，除要求它具有高、低空突防能力外，设计还要求其机体和电子设备能经受核爆炸点附近高温高压的影响；装备电子干扰设备和红外线干扰系统来干扰对方导弹；减小红外线和雷达的有效反射面积；采取一些技术措施，使它对机场及其地面要求降低，便于迅速起飞参战和疏散等。

B-1约载弹二十六吨。它的前、中、后三个军械舱，能携带常规炸弹、核弹、短距攻击导弹、武装与非武装诱惑导弹和自卫导弹等。混合携带导弹在三十枚左右。

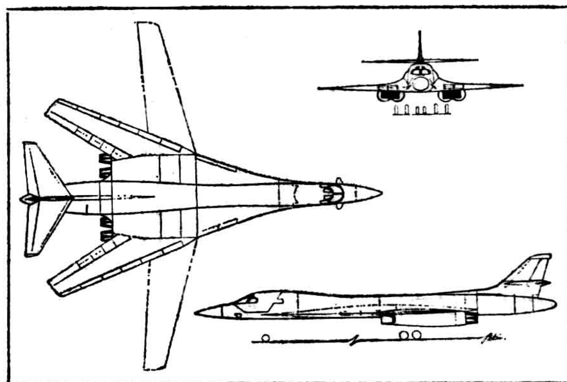
值得注意的是，苏修的“逆火”进攻的主要目标之一就是我国。外刊指出，虽然“逆火”通过空中加油可进攻美国，但它最适于进攻西欧、亚洲，特别是中国的目标。

上述“逆火”与B-1的性能数据，仅为侵略者的一厢情愿，要实现还会有许多困难。苏修、美帝为了吓唬别人，总是要吹嘘自己的。我们要善于透过这些虚假现象，认清他们纸老虎的本质。

反动派要屠杀人民是一条客观规律，同样，反动派要灭亡也是一条客观规律。孔老二和他的主子们残酷镇压奴隶起义保住了奴隶主的江山吗？没有！奴隶制度被历史的车轮早就辗得粉碎了。苏美两霸的一个个“裁军”协定，一轮轮“限制战略武器”的会谈，只不过是用来麻痹和束缚各国人民的工具。它们不惜耗费巨金来研制“逆火”与B-1，就充分暴露了这两个刽子手的狰狞面目。但是历史发展的规律是不以反动派的意志为转移的。战争的胜负不是由武器决定的，而是由战争性质决定的。不是革命制止战争，就是战争引起革命。如果社会帝国主义、帝国主义胆敢发动侵略战争，动用“逆火”与B-1来屠杀人民，可以断定，那只能是“搬起石头打自己的脚”，它们最终必将在人民革命的风暴中被彻底埋葬。



战略轰炸机“逆火”的推定三面图



战略轰炸机B-1的三面图



·资 料·

风雨飘摇中的西方航空工业

陆 远 明

由于资本主义社会制度的腐朽没落，今日之西方航空工业（这里指的航空工业，包括飞机、导弹、卫星和其他空间飞行器，也就是所谓“航空空间工业”，下同）也和整个西方经济一样，正处于危机四伏、日益衰落的境遇之中，是千疮百孔、濒临破产的西方经济的一个缩影。

翻开西方报刊及航空杂志，不时可以看到吹嘘其航空工业“成就”的报道。今天某某飞机试飞成功，明天某某发动机试验超过预定指标，今天一种新计划，明天又是一个新方案，三面图、想象图不一而足，自吹自擂，以广招来。其实，在这些文字、图片的背后，掩盖着西方航空工业的萧条景象。

为了说明资本主义经济危机怎样冲击着它们的航空工业，而航空工业的没落又反过来怎样加速其经济危机的发展，下面先介绍一下西方航空工业在主要资本主义国家国民经济中所占的重要地位。

西方资本主义世界中，美国航空工业规模最大，从业人数近一百万，占制造业总从业人数的百分之六，销售额接近国民经济总产值的百分之三，输出额占全国总出口额的百分之八至九。表一列出美国和西欧主要资本主义国家航空工业的状况。

美国出口贸易中，飞机一直是工业制成品的最大项目。美国商业部长声称，出口一架诸如波音-747、DC-10和L-1011那样的宽机身喷气式客机，可抵销进口一万两千辆外国小轿车所造成的外汇损失。

出口航空工业产品，也是英国赚取外汇的一个重要来源。一九七一年，英国航空工业出口值占航空工业总产值的三分之一，占全国制造业总出口值的百分之四点五，价值达三亿一千八百万英镑。

另外，象日本这样的国家，尽管其航空工业在二次大战结束时已解体，战后又有十年禁止发展时期，与美、英、法等国差距较大，但近年来对加速发展航空工业也给予高度重视。据日本通产省重工业局一份报告声称：“日本现在在国际市场所以具有竞争能力，是因为四十、五十年代相继播下了钢铁、造船、汽车等新产业的种子。为了未来的发展，七十年代应该播下的种子就是航空工业。”日本航空工业从业人数一九五二年只有一千人，产值八万美元，一九七一年已增加到两万六千五百人，产值三亿一千万美元。目前，日本准备利用与美国公司合伙研制下一代运输机的机会，加紧赶上欧、美的水平。据统计，一九七〇年各资本主义国家销售航空产品的收入，总值约达三百亿美元。

西方航空工业自六十年代以来，尽管个别地区或国家在一段时间有上升的趋势，但从总的形势看，是走下坡路的。首先在美国，一九六九至一九七〇年的战后第五次经济危机，也猛烈地冲击着它的航空工业，使航空工业出现前所未见的萧条景象，至今尚未完全恢复。西欧共同市场国家的航空工业，虽然在这些国家总的经济实力逐步增长的前提下有所发展，但是在狭小的市场上，受到来自美、苏的激烈竞争，进一步发展也有重重的困难。

西方国家航空工业面临的困难处境，是由于腐朽没落的资本主义制度造成的，是由于垄断资本主义集团牟取暴利的结果。它的重重危机表现在以下各个方面。

大批解雇 失业激增

近年来，美国航空工业从业人数大幅度下降。一九六八年，由于侵越战争的刺激，美国航空工业从业人数曾经达到战后最高纪录，即一百五十万二千人。此后几年航空工业从业人数连续下降，到去年年底降至九十二万二千人，只相当于一九六八年的三分之二。也就是

表一 美国和西欧主要资本主义国家航空工业情况（一九七〇年）

国 别	航空工业从业人数	占制造业从业人数%	销售额（亿美元）	占国民经济总产值%	航空产品出口占总出口%
美	1,067,000	5.7	248.48	2.9	8.4
英	234,000	2.2	15.24	1.8	4.1
法	102,000	1.3	13.39	0.8	2.9
西德	41,600	0.4	5.67	0.3	0.4

说，在此期间航空工业有五十八万人失掉工作。被解雇的人当中，不仅有工人，还有科学家、工程师和高级职员。据统计，一九七二年六月，美航空工业工程技术人员的人数下降到十四万七千人，比一九六七年的最高数字二十三万五千人减少了三分之一以上。一些被解雇的工程技术人员找不到工作，不得不去开出租汽车，修剪草坪，到饭馆刷碗谋生，甚至有些人只能靠领救济粮糊口。表二列出了几年来美国航空工业职工人数不断减少的情况。

另一个航空工业发达的英国，至一九七二年，航空的从业人数下降到二十一万二千人，比战后最高的一九六五年减少了近三分之一。

由于不堪忍受残酷的垄断资本的剥削，各国航空工业工人不断开展英勇的斗争。他们不顾反动统治集团的"法律"、"法令"，冲破政府对军事工业的严密控制和黄色工会的恫吓和欺骗，不断举行罢工斗争。一九七〇年初，美国通用电气公司（全国第四大垄断企业）十五万工人罢工，持续几个月之久，使这家大量生产军火的垄断企业减产百分之七十。一九七三年，英国飞机公司工人罢工，罢工工人一度占领了行政大楼，在公司门口设立岗哨，使正在生产的"协和"号超音速运输机不能按期出厂。法国最大的发动机制造企业——国营航空发动机研究制造公司的工人，一九七三年也举行了罢工。

今年以来，随着资本主义世界通货膨胀的不断加剧，工人们不但面临随时可能失业的威胁，而且受到基本生活费用急剧上涨、实际工资不断下降的危害，更掀起了不断的罢工斗争。据《纽约时报》的报道，今年六月份第一周美国的罢工数字，是十五年来最高的一次，是去年六月份第一周罢工数字的三倍以上。该报透露，罢工中的美国航空机械工人愤怒地指出："工人是国家经济政策的牺牲品。"英国一百多万机械工人也在今年五月举行了全国性罢工，这是十七年来，英国规模最大的一次全国性机械工人罢工。工人们的罢工斗争，严重地打击了军事航空工业的生产。

你吞我并　加强垄断

第二次世界大战后，由于资本主义制度固有矛盾日益激化，社会生产手段和社会财富越来越集中到少数垄断资本家手中，各种形式的国家资本主义也急剧发展，进一步引起资本主义国家航空生产的新矛盾。

近年来，美国一些航空企业，为了加强竞争实力，不断实行兼并、合并。如原来生产运输机为主的道格拉斯公司于一九六七年并入了麦克唐纳公司；北美航空公司与罗克韦尔标准公司合并成北美罗克韦尔公司（后来又改称罗克韦尔国际公司）。

在美国国防部一九七二年度五十八亿四千万美元航空产品的研究、发展、试验、鉴定合同费用中，得到万元以上合同的企业共有二千零六家，其中前五百家大企业，就分到五十七亿四千万美元，占总数的百分之九十八点三，而头十家最大的企业则占二十八亿七千万美元，几乎占总数的一半。

通过加强垄断的办法，航空产品的超额利润，更集中地流到少数垄断资本家手中，加速了中小企业的破产，使得更多的工人失业，加剧了矛盾的发展。

欧洲一些国家航空工业的合并，主要是为了加强在国际市场与美、苏竞争的地位。在欧洲经济一体化的过程中，要求航空工业首先联合起来的呼声很高，据认为，只有把分散在几个国家的航空工业合并成两三个七到十万人的大企业才能与美、苏抗衡。

二次大战后，特别是六十年代以来，西欧一些国家为加强垄断资本的竞争能力，还对一些企业实行所谓"国有化"，实际上是运用国家力量，以隐蔽巧妙的手法，把大量利润转移到垄断资本集团手里。

英国最大的航空发动机制造企业罗耳斯·罗伊斯公司，一九七一年初由于研制美国L-1011飞机用的RB211发动机赔本而破产。为避免被美国公司吞并，英国政府宣布，对该公司实行"部分国有化"。据报道，今年初上台的英国工党政府，

表二　一九六八年以来美国航空工业职工人数的减少（万人）

	航空工业职工总人数	飞机工业人数	导弹和空间工业人数	通讯设备工业人数	其他产品工业人数
1968年	150.2	85.2	15	18.4	31.6
1969年	141.1	81.2	12.6	17.8	29.5
1970年	119.9	69	10.2	15.5	25.2
1971年	96.9	53.8	9.2	13.4	20.7

计划对整个英国航空工业实行“国有化”。

市场萧条　销售下降

在一九六九至一九七〇年战后第五次经济危机中，美国航空工业遭受沉重的打击，航空工业的五类主要产品——战略武器、战术武器、空间飞行器、商业运输机和小型私人飞机，市场都处在极度萧条之中，销售额大幅度下降。以飞机生产而言，一九六六年产量最高，近两万架，一九七一年只剩九千五百架左右，下降一半以上。表四列出了一九六六年以来美国飞机产量历年下降的情况。

据统计，美国航空工业在一九六八至一九七二年五年倒退期间损失的生产能力，相当于波音、通用动力、格鲁门、洛克希德和锡普森·拉莫·伍德里奇等五家公司生产规模的总和。

法国航空工业的订货量近年也下降了，一九七二年新订货量比一九七一年减少了三分之一以上。航空产品出口量一九七二年也比上一年下降了百分之二十七。

西德航空工业飞机制造部门生产率一九七二年比上一年下降百分之十四点六，总从业人数下降百分之八，其中从事军事用机制造的工人人数下降到一九六五年以来最低水平以下。

西方目前正在研制中的不少种新飞机，由于销路不好，越来越成为当事国的沉重负担。美国的波音-747、DC-10、L-1011三种宽机身喷气客机，原订需出售一千一百架才能维持收支平衡，但截止一九七三年底才售出了五百多架。法国独自研制了“水星”式喷气客机，原指望能卖出五百架，实际上现在只有十架订货。

由于市场萧条，生产不饱满，一些企业生产面积过剩，相继关闭或变卖、出租。

表三　一九六六至一九七一年美国飞机产量(架)的变化

	总数	军用机	民用机
1966	19,886	3,609	16,277
1967	19,141	4,481	14,660
1968	19,416	4,440	14,976
1969	16,841	3,644	13,197
1970	10,558	2,700	7,858
1971	9,548	1,900	7,648

竞争加剧　你死我活

第二次世界大战结束之初，美国凭借战争中增长起来的经济实力，大力发展航空工业，成为世界航空产品市场的“绝对霸主”。五十年代末以后，随着西欧共同市场的建立和发展，特别是一九七一年英国加入共同市场以来，西欧各国航空工业通过各种形式加强联合，形成一支与美国航空工业抗衡的重要力量。另外，苏修为了争霸世界，也力图挤进西方航空市场。目前，这三者之间展开了激烈的争斗。

一、美国与西欧国家之间的竞争：

由于巨大的经济实力和技术优势，战后至今，美国在西方航空市场占压倒地位。但是，近年来，美国正面临着西欧越来越强大的挑战，美国与西欧在航空市场上的力量对比正在发生有利于西欧的变化。据美国航空空间工业协会发表的资料，十四年前西方世界的运输机百分之八十三是美国制造的，一九七一年已降为百分之七十六，预计到一九八〇年将进一步下降到百分之六十四。美国白宫的一份分析报告也承认，“试图保持美国在航空工业的领导地位的努力如果失败，对美国经济可能有灾难性的后果。”

为了进一步扭转在同美国的竞争中所处的劣势局面，使欧洲航空产品在世界市场占据更大的份额，近年来西欧各国采取了一系列措施。

面对着西欧的挑战，美国正在千方百计巩固自己的地盘。例如在超音速运输机竞争中，美国由于国内两派意见不一，致使一九七一年三月取消了自己的有关研制计划。但美国又不甘心超音速运输机市场被英法的“协和”号和苏联的图-144抢去（据美国自己估计，它的超音速运输机如果研制成功，可以售出五百架，价值数百亿美元），于是借口“保护环境”，制定禁止在美国本土上空作超音速飞行的法律，以此威胁订购“协和”号的美国航线公司，迫使它们取消订货，严重地威胁着“协和”号计划的生存。法国航空界人士普遍认为，美国各航线公司退货“不仅是商业交易，而且是政治决定，是美国想搞垮欧洲计划的步骤”，“和美元贬值一样，是美国在同西欧进行的一场新的经济战争中投下的第一批象征性炸弹”。

二、苏联极力挤进西方市场，使竞争更加剧烈：

在西方航空市场上，除美国与西欧共同市场之间加紧竞争之外，近年来苏联也力图挤进去。一方

面，苏联大搞军火交易，一九七一年出口军火达六亿六千万美元，超过美国（五亿八千万美元）而成为世界头号大军火商。苏联除向中东、东欧、亚洲一些国家提供军用飞机和导弹武器外，还力图向诸如南美洲这样的传统美国军用机市场插足。据报道，苏联曾向阿连德执政时的智利政府提供五千万美元贷款，以便购买苏制米格-21。最近苏联还向秘鲁提供军用机。另一方面，苏联还竭力按照西方的口味，设计飞机，以低价出售，力图突破西方市场。可载客二十七人的雅克-40，就是第一种专为出口而设计的飞机，现已开始向西方推销，售价只一百万至一百六十万美元，相当于美国的一种仅载六名旅客的小飞机。苏制图-144超音速运输机和英法合搞的“协和”号之间也在激烈地竞争。为了不使宽机身喷气客机的市场被西方垄断，苏联最近也匆匆抛出了伊尔-86计划。

苏联和西方的竞争还表现在互相窃取对方的技术情报方面。苏联打着技术交流的幌子，频繁地向西方各国特别是美国派出各种代表团。据美国方面揭露，一九七二年苏联一名负责军工生产的将军，混在民航代表团里访问美国波音飞机公司。苏联还大搞特务活动，去年苏联驻法国大使馆的空军副武官在巴黎航空空间展览会上偷窃展出的激光测距仪，被当场抓住，就是最近的例子。反过来，美国也千方百计研究苏联航空工业的实力。例如，据说苏制图-144超音速运输机在巴黎展览会表演坠毁后，美空军情报人员趁法国安全人员封锁失事现场前的短暂时机，抢先挖出飞机某些部件的残骸，拐回美国进行分析。他们对失事飞机上用的HK144发动机的残骸特别注意，因为这种发动机的改型用在苏制“逆火”超音速轰炸机上。

费用上涨　计划减缩

随着技术越来越复杂，加上通货膨胀的影响，西方航空产品的研制和生产费用不断上涨。例如二次大战时，一架P-51战斗机售价为五万四千美元，到五十年代初美帝侵朝战争时，一架F-86战斗机就要近三十万美元；而到了六十年代末，一架F-111A战斗机，需花六百八十万美元，价格为二次大战时用于同样目的飞机的一百二十六倍。

民用机也不例外。例如，按机上座位计算的旅客机价格，从四十年代的DC-3的每座六千二百美元，升到五十年代DC-7的每座两万六千美元；六十年代的波音-707每座又增加至三万七千美元；而七十年代出现的波音-747，每座则要五万三千美元，“协和”号超音速旅客机每座高达三十万美元。

由于经费紧张，使某些航空产品发展计划半途而废的例子屡见不鲜。六十年代中期，老牌航空国家英国，由于国内经济情况恶化，没有钱研制新飞机，一下子砍掉TSR·2战斗侦察机、P·1154超音速垂直起落战斗机和HS·681短距起落运输机等三项飞机发展计划，以及与之相应的发动机发展计划，沦落到从美国进口战斗机的地步。

美国的C-5大型军用运输机，空军原计划以单价二千二百万美元购买一百一十五架，实际上后来单价涨到四千五百万美元，只买了八十一架就结束了这项计划。

现在，连一向以不进口武器装备而自傲的美国，为了省钱，也采取多引进外国产品的政策。目前美国正在对欧洲发展的三种地对空导弹（“克罗特尔”、“罗兰”和“长箭”）进行技术鉴定，以便引进其中的一种。据一九七二年八月统计，美国三军考虑引进的外国技术项目约有五十个之多，其中重点项目不下十个。

货币危机　能源困难

整个西方世界日趋严重的金融货币危机也危及航空工业的发展。近年来，各国研制新飞机的费用不断上涨。最近，美国空军宣布，F-15和B-1计划费用再度上涨。采购二百四十四架B-1的计划费用，由于通货膨胀率一再提高而上升，目前估计总费用为一百五十亿美元（最初估计一百一十二亿美元），或每架飞机单价六千一百五十万美元（原估计每架三千五百万美元）。

金融货币危机不仅仅危及美国航空工业。由于美国采取一系列转嫁危机的恶劣手法（如美元贬值、增收附加税等），使西欧国家也深受其害。

当美国航空工业各项经济指标经过五年倒退之后于一九七二年开始缓慢回升的时候，一九七三年底中东石油禁运引起了西方所谓的大规模“能源危机”，对美国航空工业又是当头一棒。一些公司大量压缩飞行班次，并要求原已订货的新飞机推迟交付。如东方航空公司要求已经订购并应于一九七四年交付的L-1011飞机推迟到一九七五年交付，这样一来，洛克希德公司被迫裁员二千五百人，并把一九七四年L-1011的交付数量从四十五架减至三十五架。其他一些依赖进口能源的国家的航空工业，也受到严重的打击。据日本航空空间制造商协会统计，日本生产的航空产品的价格，一九七四年将比去年上涨百分之四十至五十。

可以预见，随着第三世界人民的觉醒，能源和其他原材料供应将进一步成为西方航空工业的严重问题，西方的航空工业也必然会受到进一步的影响。



反推力装置

钟 树 荣

反推力装置是改善飞机着陆性能、缩短着陆滑跑距离行之有效的方法，应用正在扩大。

国际民航组织关于民用运输机事故的统计表明，一九五九年以后，飞机在进场着陆阶段的事故占致命事故总数的百分之五十。随着喷气式运输机飞行速度的提高，迫切需要降低飞机的着陆速度，使飞机在跑道的可用长度内停下来，而不致过多地使用机轮刹车或其他方法。降低飞机着陆滑跑速度的有效措施是使发动机的排气流反向，即利用发动机的能量作为减速力。使推力反向的装置称为反推力装置。发动机的反推力装置，有利于改善飞机的着陆性能，缩短着陆滑跑距离，减少事故。

飞机着陆过程

飞机着陆过程分下滑、拉平、平飞、飘落和滑跑五个阶段。飞机从二十五米的高度开始下滑（二十五米的高度是人为规定的。各国都有自己的规定，是为了避开机场附近的房屋，保证飞行安全），在接近地面时，驾驶员拉平飞机，开始平飞减速阶段。当速度降低到着陆速度时，升力小于重量，飞机向下沉，产生了垂直速度，飞机就飘落而使机轮触地。飞机飘落、机轮触地时的水平速度就是着陆速度，这也是飞机的最小速度。这一速度越小越好，因为越小越安全，滑跑距离也越短。

现代喷气式飞机的最大平飞速度很大，它的着陆速度也相应加大，超过每小时一百五十公里。因此，降低着陆速度，缩短滑跑距离十分必要。目前采用的措施有好几种。例如利用襟翼、前缘缝翼提高升力，减小着陆速度；安装机轮刹车、阻力伞、反推力装置缩短滑跑距离等。在现代喷气式飞机上经常同时采用几种办法。

反推力装置是缩短着路滑跑距离行之有效的可靠方法。使用推力反向还可以用来降低空速，从而允许飞机迅速着陆。使用反推力装置，在干跑道可以缩短滑跑距离百分之四十四；在湿跑道可缩短百分之六十五；在结冰跑道可缩短百分之八十二！所以，在民用喷气式飞机上已广泛使用反推力装置。

反推力原理

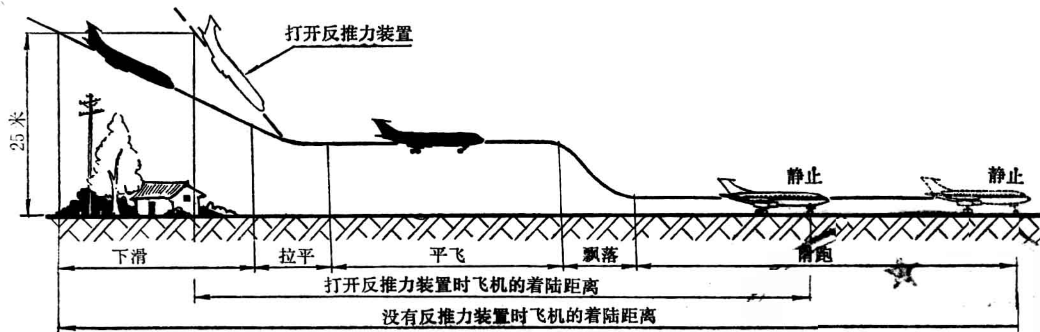
喷气发动机向后喷气获得向前的推力，称之为正推力。改变喷气发动机的喷气方向，可以获得多种方向的推力。反推力装置使喷气发动机按照驾驶员的操纵向斜前方喷出，从而产生反推力。

目前，反推力装置一般能在1～2秒钟内由正常状态转变为反推力状态。反推力通常占正推力的百分之四十到七十，因为从正推力改变为反推力，损失很大，但是，这样大的“刹车力”已经是十分可观了！

反推力装置的形式

目前世界上使用的反推力装置有两种形式：格栅式（图二、图三）和盾式（图四）。这两种形式经过实践的考验，证明是可靠而有效的。根据不同的飞机结构和发动机的型别，选用格栅式或盾式反推力装置，或者同时采用。例如在涡轮风扇发动机上，风扇排气口采用格栅式反推力装置，而内函涡轮喷口采用盾式反推力装置，称之为混合式反推力装置（图五）。

格栅式反推力装置是由发动机



图一 飞机的着陆过程

尾喷管的一部分、两扇可操纵的档流板（其形状象蛤壳，又称为蛤壳门）、固定在尾喷管左右或上下的两组幅射状的格栅以及操纵装置所组成。当发动机处于正推力状态时，档流板遮住格栅，发动机的燃气流直接由尾喷管向后喷出；当需要反推力时，操纵系统（液压、电动或气压操纵）驱动挡流板向后移动，露出格栅，同时两扇挡流板向内转动堵住尾喷管，迫使气流从格栅向前排出，形成反推力。

盾式反推力装置是在发动机短舱后部装上两块加强的挡流板，尾喷管本体并不改变。需要反推力时，操纵盾式挡流板后移，到尾喷口后面的位置为止，排气流被盾式挡流板挡住被迫折向前方形成反推力。

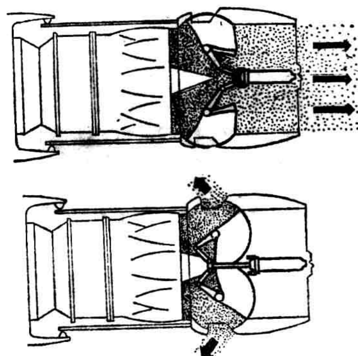
反推力装置的用途

反推力装置主要用来缩短着陆滑跑距离，保证飞机在干的、湿的、结冰的较小机场上安全着陆。这对旅客机特别重要。有些喷气式飞机，为了缩短着陆滑跑距离，在后机身带了阻力伞，着陆时放出。可是，阻力伞最后脱落在机场上，要由地勤人员捡回折迭好再装机，准备第二次使用，十分麻烦。更重要的是对频繁使用的机场来说，影响后面的飞机起飞着陆时间。因此，作为旅客机使用阻力伞是不合适的。有了反推力装置，机轮刹车使用时间很短，可以延长其使用寿命二到三倍。

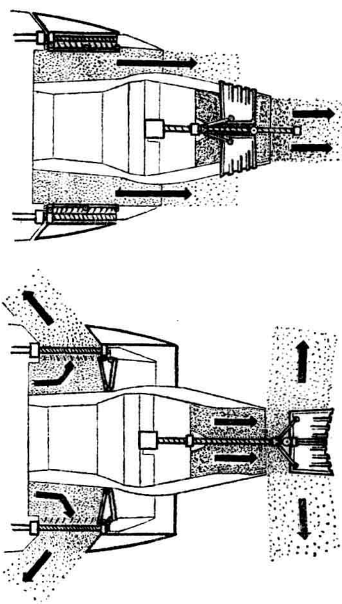
此外，反推力装置还可用来：（一）改善飞行性能。在不降低发动机转速的情况下减小发动机的推力，瞬时地大幅度降低飞行速度，提高飞行的机动性。（二）改善地面滑行操纵，如飞机在地面的倒退。（三）缩短飞机中断起飞的距离。例如多发飞机起飞时，发动机突然停车，打开反推力装置，能迅速地使飞机停下来，而不致于使飞机冲出跑道，造成严重事故。（四）在空中飞机应急减速或应急下降，打开反推力装置能缩短许多时间。遇到强烈阵风时，可以使飞行速度减小到允许的程度，若高空飞行的客机，座仓压力骤然下降，为了保护乘客安全，打开反推力装置能使飞机迅速下降。（五）打开反推力装置使飞机在着陆时大坡度下滑（如图一中虚线所示），从而可以避开机场边缘的障碍物，同时飞机从较高的飞行大坡度下滑，这样可以减少在航线下面的公共区域受发动机噪音的公害。

综上所述可以看出，喷气式飞机使用反推力装置有许多优点，在喷气式旅客机中的运用正在扩大。

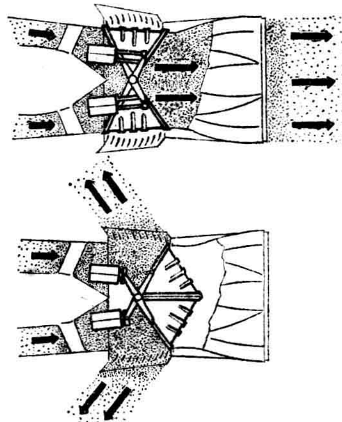
·王青生插图·



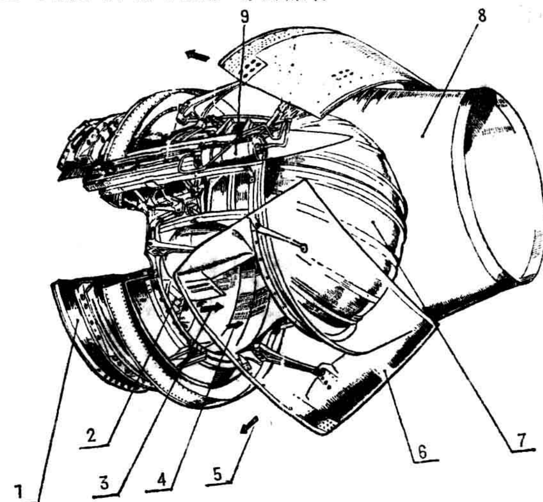
图四　盾式反推力装置示意图



图五　混合式反推力装置示意图



图二　格栅式反推力装置示意图



图三　格栅式反推力装置构造图

1. 风扇出口机匣；2. 涡轮叶片；3. 内函气流；4. 外函气流；5. 打开反推力装置时，折向前方的气流；6. 折流板；7. 蛤壳门（关闭尾喷口位置）；8. 尾喷管；9. 操纵机构的作动筒。

·航模知识讲座·

什么叫无线电操纵模型飞机

黄　永　良

无线电操纵模型飞机的基本原理和无人驾驶飞机、导弹等相似，但简单得多。一般模型飞机是不能从地面操纵它飞行的（线操纵模型飞机除外），当这种模型飞机飞上天空后，只能让它随风飞翔。但如在模型飞机内部装上无线电操纵设备，就能在地面上按着操纵者的意图操纵模型飞机在空中完成各种动作。故称为无线电操纵模型飞机。

无线电操纵设备分成两部份。一个是在地面上用来发出各种操纵讯号的发射机；另一个是装在模型飞机内部用来接收操纵讯号的接收机。它们间的关系好比广播电台和收音机一样，只要电台有广播，收音机就收到声音。突出不同的是操纵航模用的“电台”（即发射机）很小，输入功率仅几瓦，有效控制距离仅1～2公里或稍远些，但已足够在视线范围内进行操纵了。

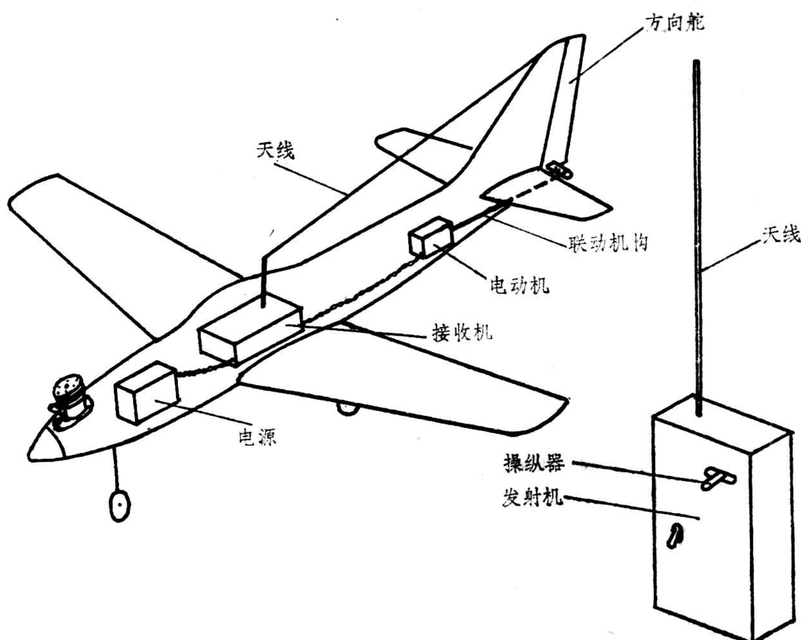
这里用的接收机和一般超小型晶体管收音机相似，不同的是在装喇叭的地方换上了一个无线电操纵设备中很重要的元件——继电器。它由一个灵敏电磁铁和一组接点（相当于电源开关）组成。

当接收机收到地面发射机发来的讯号后，即能使继电器的线圈中的电流产生一个很微弱的变化，使电磁铁动作，将接点闭合，就接通了另一个电路，即执行机构的电路。这样说来，继电器的作用好比一个“电源开关”。普通开关都用手去板动，这个开关却是利用无线电设备去操纵的。因为收到的讯号太弱，不能用这讯号直接去推动飞机的舵面，需要通过一个开关去接通另一个强有力的电磁铁或小电动机或气动机构的电路，让后者去推动舵面，这种执行操纵命令的机构称为执行机构。正好比在公共汽车上，驾驶员可以通过座位旁的开关（相当于无线电操纵设备中的继电器）控制强有力的压缩空气作动机构（即执行机构），就将远处的车门打开或是关上。

简单的无线电操纵接收机上只有一个继电器，这种接收机和相应的发射设备称作单通道无线电操纵设备，一般只能操纵方向舵。高级无线电操纵设备的接收机上装有谐振继电器或其他型式的传递各种操纵信号的机构，可以接收几种甚至十几种不同的讯号并接通相应的执行机构，分别用来操纵方向舵、升降舵、副翼和发动机等，使模型飞机能按地面操纵者的要求，完成各种飞行动作。

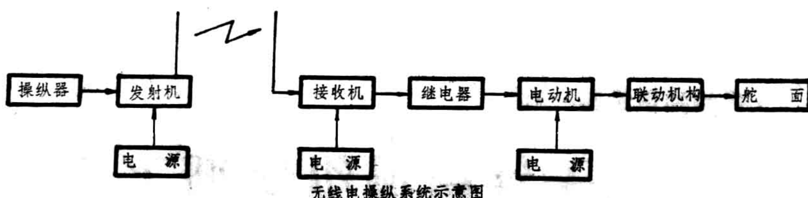
新式的无线电操纵设备上还广泛采用晶体管开关电路等机构取代了继电器和谐振继电器。近年来，又出现了所谓比例操纵设备。

比例操纵设备有很大的优点。因为前面介绍的无线电操纵设备在收到操纵讯号后只能产生“电源开关”似的作用，去接通（或中断）执行机构的电路，使之推动舵面（或让舵面恢复原来位置）。这种“电源开关”只有两种动作：即“接通”或是“中断”电路。因此，被操纵的舵面也只有“动”或是“不动”的两种状态。如将这种操纵性能用在公共汽车的车门上当然可以，车门不是“关”便是“开”，用不到“半开半闭”。但用在飞机的舵面上就嫌不够了。



无线电操纵模型飞机和操纵设备

譬如说：飞机要拐小弯或拐大弯，就要求能精细地按照需要来操纵舵面的动作量。象骑自行车时操纵车把那样，有时转得大一点，有时小一点，应能随心所欲。比例操纵设备就能达到这种要求。在这种设备的发射机上有象征真飞机上的那种“操纵杆”。如将操纵杆向后拉一点，飞机上的升降舵就向上动一点；如将操纵杆向左压，飞机上的副翼就会相应地动作，使飞机向左倾斜。舵面的动作量与操纵杆的动作量完全成“比例”，故称为“比例操纵设备”。



无线电操纵系统示意图

它还可以同时成比例地操纵好几个舵面，这种设备大都配用电动机式执行机构。发射机上的操纵杆有自动回中装置，即在松杆后，杆即自动回到中立位置，使相应的舵面也保持在中间位置。为了操纵便利，在操纵杆旁另有几个微调装置，如将管理升降的微调机构略向前推，就能使升降舵在回中后仍自动保持一点点的推杆量。微调机构向前推的多些，升降舵的推杆量（即舵面向下移动量）也就保持得大些，仍是互成比例的。这种微调机构有着真飞机的调整片作用。对模型飞机的调整和操纵都带来很大方便。有的设备还附带安全装置，一旦机构失灵，各舵面能自动回中，甚至还能自动关闭发动机。

模型飞机上应用的无线电操纵设备都做得很轻巧。例如上述比例操纵设备（一般为五至六通道），其升空设备，包括接收机、几个电机执行机构和电源等全重仅 300 克左右。单通道的接收设备往往只有几十克重。

绘图：王俊清

* * * * * *



△据朝鲜《劳动新闻》报道，朝鲜民主主义人民共和国航空模型飞机运动员参加了一九七四年五月九日至十一日在德意志民主共和国举行的国际模型飞机比赛。

这次比赛有六个国家参加，朝鲜民主主义人民共和国获得了团体冠军，朝鲜运动员李成灿获牵引模型滑翔机冠军，朴昌善获橡筋动力模型飞机冠军，金正熙获自由飞模型飞机亚军。朝鲜队共获得十七枚金质奖章和一枚银质奖章。

△一九七三年九月十一至十六日，在意大利戈里齐亚举行了第八届世界无线电操纵特技模型飞机锦标赛（第一届在一九六〇年举行，每两年举行一次）。共有二十八个国家、七十八名运动员参加。日本获得个人冠军和团体冠军。个人前五名所属国家依次为：日本、列支敦士登公国、奥地利、西德和美国。团体前五名为：日本、美国、奥地利、西德和加拿大。

△一九七三年八月十四至十九日，在奥地利维也纳新城举行了世界自由飞行模型飞机锦标赛。包括有模型滑翔机、橡筋动力模型飞机和用发动机的自由飞模型飞机等三个项目。共有三十二个国家、二百四十四名运动员参加了这次比赛。朝鲜民主主义人民共和国在三个项目上取得了较好的成绩，获得个人第二、第五以及团体第五各一次。

模型滑翔机项目共有九十三人参加，朝鲜民主主义人民共和国的航空模型运动员参加了这项比赛，并获得了这项比赛的个人第五名。团体前五名为奥地利、苏联、荷兰、东德和加拿大。

橡筋动力模型飞机项目共有八十六人参加。朝鲜民主主义人民共和国的航空模型运动员参加了这项比赛，并获得了这项比赛的个人第二名。团体前五名为：东德、波兰、奥地利、英国和朝鲜民主主义人民共和国。

自由飞模型飞机项目共有六十五人参加，个人前五名所属国家依次为：奥地利、法国、丹麦、东德和荷兰。团体前五名的名次为：法国、保加利亚、南斯拉夫、荷兰和苏联。

比赛进行很激烈，按比赛规定，每人要飞七轮，每轮最大测定时间为三分钟（一百八十秒）。连续七轮飞满分的运动员共有六十五名之多，其中牵引四十一人，橡筋和自由飞各十二人。朝鲜民主主义人民共和国的自由飞运动员也飞了七轮满分。

△一九七四年七月二十四日至二十九日，世界线操纵模型飞机锦标赛在捷克斯洛伐克举行，比赛项目包括特技、小组竞速和竞速三项；七月一日至七日在美国举行了世界象真模型飞机（包括线操纵与无线电操纵）锦标赛及世界室内模型飞机锦标赛。

△一九七五年将在保加利亚举行世界自由飞行模型飞机锦标赛，并在瑞士举行无线电操纵特技模型飞机锦标赛。

飞机为什么能飞

伯努利定理：动压$_{\text{I}}$ + 静压$_{\text{I}}$ = 动压$_{\text{II}}$ + 静压$_{\text{II}}$ = 总压（常量）

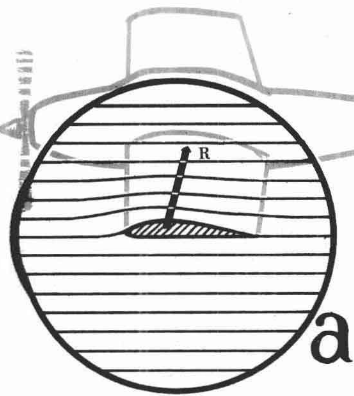
截面Ⅰ

截面Ⅰ

线密流速快静压小

线疏流速慢静压大

流速V



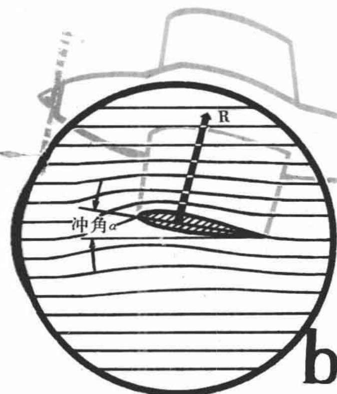
举力Y

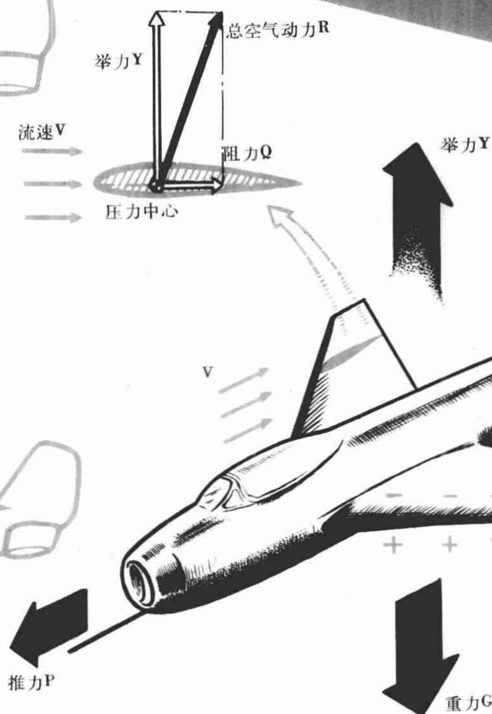
总空气动力R

流速V

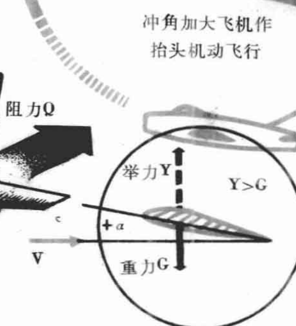
阻力Q

压力中心

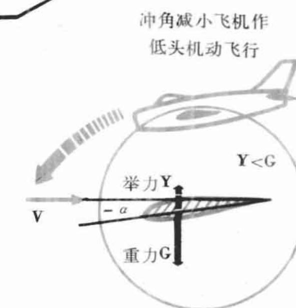




冲角加大飞机作抬头机动飞行



冲角减小飞机作低头机动飞行









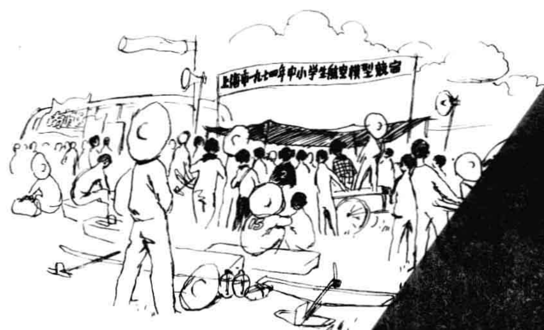
Hangkong Zhishi

航空知识

11

上海市中小学航模比赛

今年八月二十三日至二十五日，上海市举行了中小学生航空模型比赛。小运动员们发扬"友谊第一，比赛第二"的精神，获得了良好的成绩。





弹射



右图：上海南市区东江阴街小学的小朋友在做航模比赛准备工作。



图：上海长宁区古北路第二小学、古北路第四……和紫云路小学的红小兵在比赛场上交流体会、互……学习。



……作的一



本版摄影：马棣麟　速写：朱五洲、李　加

毛主席语录

团结起来，争取更大的胜利。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

航空知识 一九七四年十一月号目录 十一月一日出版

在这一期

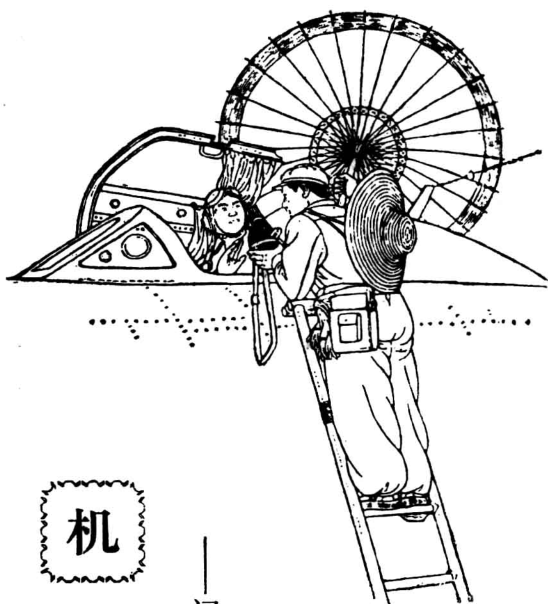
在中日邦交正常化两周年的日子里，中日两国人民盼望已久的两国间正式通航实现了。这座横跨大海的空中桥梁，把我们两国直接联系起来，将更有利于两国人民之间的友好往来，促进两国经济文化交流的不断发展，使我们两国的睦邻友好关系得到进一步巩固和加强。让我们对中日航线的正式通航，表示热烈地祝贺！

人民解放军空军驻天津航空兵某部的广大干部战士，在普及、深入、持久地开展批林批孔运动中，焕发出极大的社会主义积极性。本期发表的通讯《机场新貌》，报道了这个部队在批林批孔中不断涌现出来的新人新事。

上海市在今年八月底举行了全市中小学航模比赛，本期《雏鹰展翅》一文和封二的照片、速写，介绍了这次比赛的情况。

编辑 中国航空学会航空知识编辑委员会
出版 航空知识杂志社
地址：北京市学院路
印刷 北京新华印刷厂
北京胶印厂
发行 北京市邮局总发行，全国各地邮局订购
代号：2-410 印数：217,000 定价：0.20元





机场新貌

——记空军驻天津航空兵某部批林批孔新气象

蔡善武　孙茂庆　杨泉福　彭守桓　廖孝安

伟大的批林批孔运动，使空军驻天津航空兵某部发生了深刻的变化。这个部队的广大干部战士，在普及、深入、持久地开展批林批孔运动中，焕发出极大的社会主义积极性，推动了战备训练和各项工作的进行。下面这篇通讯，报道了他们的新人新事新面貌。

立秋过后，天津地区，秋高气爽。

一天，我们披着夜雾晨光，走访了驻守这里的航空兵某机场。

批林批孔使这个机场发生了深刻的变化。在这里，从天刚破晓的凌晨，到大地早已沉睡的深夜，批判林彪和孔孟之道，批判林彪推行资产阶级军事路线滔天罪行的熊熊烈火，在到处燃烧；在这里，革命大批判焕发了干部、战士极大的革命热情，他们个个自觉地为巩固无产阶级专政苦练着杀敌本领；在这里，我们听到了很多感人的故事，看到了许多动人的景象。



勤勤恳恳的养场兵

晨风飒飒。一轮喷薄欲出的红日，在机场东边映现出片片朝霞。挂在野草上的露水，被朝霞的光辉映得晶晶发亮。这时，只见一列矫健的队伍，肩扛扫把，歌声嘹亮地直奔机场的跑道上。走在这队养场兵最前面的就是新战士崔晓伦。

崔晓伦，是个高中生。入伍来到了部队，被分到场务连。他看到和他一起入伍的战友，有的驾驶着汽车来回奔跑，有的手按电键嘀嘀哒哒地发无线电报，还有的紧紧握钢枪，警惕地守卫着战鹰。心想，自己论文化程度比他们高，论条件不比他们差，论个头力气比他们大，说啥也得当个技术兵，结果却当了个养场兵，高中文化无处用，心象掉进了冰水里一下子凉了半截，工作总是鼓不起劲来。徐指导员发现小崔的心思，就和他一起学习了毛主席的光辉著作《为人民服务》、《青年运动的方向》和雷锋同志的事迹，一起批判林彪、孔老二污蔑人民群众的谬论，一起回忆了战争年代养场兵披星戴月，餐风露宿，一丝不苟地维护跑道，密切配合空勤人员，把美帝国主义打得焦头烂额，夺取了一个又一个的伟大胜利的情景。毛主席的教导，象一把钥匙，打开了小崔思想上的“门窗”，使他认识到：打扫跑道，似乎是件最平凡的工作，但在这平凡的工作岗位上，扫掉每一点泥土，捡掉每一片碎石，都和保卫社会主义江山，巩固无产阶级专政紧紧相连，息息相关。从此以后，崔晓伦积极参加批林批孔斗争，在批判林彪、孔老二鼓吹“学而优则仕”、“劳心者治人，劳力者治于人”、“读书做官论”的反动谬论时，他利用休息时间到驻地附近农村、学校，调查知识青年在三大革命运动中改天换地的动人事迹，然后，他用调查来的大量事实，结合自己响应毛主席的号召，走与工农相结合的道路，在三大革命斗争中锻炼成长的事迹，有力地驳斥了林彪诬蔑知识

青年上山下乡是“变相劳改”的罪行，使他进一步提高了认识。从此以后，崔晓伦树立了为巩固无产阶级专政、防止资本主义复辟，立足本职工作，干好本职工作的决心，一心扑在战备上，勤勤恳恳干好养场工作。

一天凌晨，天空乌云翻滚，电闪雷鸣，刮起了六级大风，下起瓢泼大雨。他和战友们为了不使机场积水太多，防止泥沙淤积跑道，顶风冒雨顽强地坚持战斗。风沙大不能平着往前扫，就侧着身子扫；雨后草叶吸在跑道上，扫不掉，他就用手一片片地把它捡掉；汽车跑过的道上，泥土夹着小石片也扫不掉，他就慢慢用手扒。手指扒出血泡，雨水浸透了衣襟，他却豪迈地说：“血泡套血泡，只当戴手套，雨水串汗珠，只当洗过澡。为了战鹰随时升空歼敌，吃点苦，流点汗，出点血算不了什么事。”一直和同志们坚持到最后胜利。

风雨天，小崔不怕苦，不怕累，顶风冒雨坚持战斗；平时更是认真负责，一丝不苟。一天，小崔和同志们一块扫跑道，迎接战鹰马上起飞。他们一面细心打扫跑道上的泥土，一面认真地观察有无其它杂物，忽然发现前面有一颗子弹壳和两颗螺丝钉，及时交给了外场值班室，并帮助领导找到丢失外来物的原因，不但避免了引起扎坏飞机轮胎的隐患，也保证了飞机起、落的安全。他就是这样几个月如一日，风雨无阻，注视着跑道的每一寸地方，从不放过丝毫影响安全的隐患，他这种高度负责的革命责任心，受到领导和同志们的好评。



空地协同传新风

烈日当空，骄阳似火。

机场上人来车往，马达轰鸣，一架架战鹰昂首展翅，直插蓝天；一对对银燕掠过长空，胜利返航，飞行训练正在紧张地进行着……转眼间，只见一架战鹰顺着跑道急速降落，灵巧地滑进了着陆线，稳稳地停在停机坪上。早已等候在这里的七十九号地勤机组人员，立即扛起航梯，拿起堵盖，奔向前去，迎接返航归来的空中战友。机械师卢家田熟练地安放好梯子，帮助飞行员解下伞带；飞行中队长王树全以敏捷的动作跃出座舱，向机械师详细地介绍着飞行时的飞机使用状况。机场上，洋溢着一派空地勤人员亲密团结、互相配合的动人情景。

其实，七十九号机组的地勤人员，与飞行三大队的飞行员们，早就结下了深厚的战斗友情！批林批孔运动以来，他们并肩战斗，一起打文仗攻难点，一块交流学马列和毛主席著作的心得体会，一起搞飞行，战斗情谊更加深厚了。一个晴朗的早晨，七十九号机组的全体成员，和飞行三大队的飞行员，都在停机坪前休息待命。机械师卢家田和同志们想，三大队研究儒法斗争历史的活动开展得好，是师里的典型，前天又听了三大队的几位飞行员宣讲，受到了很大启发和教育。想到这里，卢家田和战友们感到这是向空勤战友学习的好时机。于是，找到中队长王树全，请他介绍了三大队研究儒法斗争历史经验的体会。

飞行员和地勤人员并肩打文仗，又共同练武艺。为了把训练搞得扎扎实实，把战备搞得万无一失，空地勤人员的心往一处想，劲往一处使。有一次，飞行员周德俊在飞高空科目时，看到“加力煤油压力”微微偏小，飞机着陆后，他马上将这个不显眼的现象和自己操纵飞机时的感受，告诉了机械师；机组的同志们当即作细致调整，使加力煤油压力完全恢复了正常状态。

七十九号机组的地勤人员，时刻想到要使战鹰随时出航，时刻想到飞行员的训练安全，一丝不苟地维护飞机，从不放过任何一个微小的疑点。有一天地面准备，仪表员任金成上午对飞机进行了“通电检查”，没有发现什么问题；为了做到更有把握，下午他又对飞机的一些重点进行了检查，突然发现发动机热电偶导线有些异常现象，他马上报告分队长，最后判明这条导线内部已经短路，必须脱下尾部进行更换。当时已是下午四点多钟，同志们在机场上工作了一整天，身体都很疲倦了，但一听说要脱尾部排除故障，早已把疲劳忘在一边，很快做好了准备工作；兄弟机组也纷纷派人支援。更换热电偶导线，是一件很费事的工作，需要把飞机尾部卸下来，拆掉后油箱和二油泵，才能把导线换下来。但机组的同志们想，宁可自己多千遍麻烦，也不让空中战友担半点风险，大家动手干起来，连晚饭也顾不上吃了。机械员王为生，蹲在尾部里，一口气干了几个小时。盛夏的夜晚，天气十分闷热，在矮小的尾部工作，更是纹风不透。不一会，他的工作服全被汗水湿透，煤油蒸发出熏人的气味，使人鼻子发酸眼泪直流，但他全然不顾，一直坚持

着。飞机外面，由于工作灯的照射，招来了成群的蚊虫、飞蛾，在人们的身边叮咬；身体有病的分队长龚本群，坚持和大家一起奋战，直到第二天清早四点多钟，终于彻底排除了这个故障。太阳出来了，七十九号飞机又迎着朝霞出航了。机组的同志充满了胜利的喜悦。

地勤人员为战备、训练着想，为空中战友的安全负责；飞行员也时刻关心和支持地勤人员的工作。每次飞行，飞机刚拉到起飞线，飞行员便马上赶过来帮地勤人员一起把飞机推到规定的位置，又摘掉地面设备……一到机械日，三大队的飞行员们又来到机组，帮助清洗飞机，做各种基本维护。副大队长张雅忠，每次到机组，都抢重活脏活干。有一次，他看到机组正在做补加机轮轴承油的工作，他挽起袖子就干了起来。补完轴承油，他两手全被染黑了，脸上身上溅满了油迹。机组的同志们开玩笑说："看你呀，哪象个飞行副大队长，快成了我们的机械员了！"

七十九号机组和飞行三大队，抓批林批孔，促战备训练，密切协同，团结战斗，都取得了可喜的成绩，谱出一曲密切协同的新歌，上半年，他们双双受到了上级领导机关的嘉奖。

不信『天才』靠实践



深夜，漆黑的夜空，犹如一口黑锅复盖在机场的上空。这时值班气象员焦急地跑上指挥塔台，向指挥员报告天气将要急剧变坏的消息。在场的人员顿时紧张起来，指挥员拿起话筒"零一七，天气变坏，迅速返航"。瞬间，飞机的引擎声由远而近，人们只见一架远航的战鹰冲破气流滚滚的夜空，在探照灯光柱的指示下，矫健而又平稳地在梯字灯处着陆了。看到这架飞机干净、利落、准确的着陆动作，同志们异口同声称赞起来："飞得好，进步快，真是批林批孔结出的丰硕成果"。

驾驶这架夜鹰的飞行员，就是夜航大队的新飞行员王石头。

王石头的文化程度不高，刚从训练大队调到独立大队学习夜航时，碰到了很多困难：吃不好、睡不好，生活不适应；飞到空中，注意力老是分配不过来；每次着陆不是方向掌握不好，就是跳跃。他想：自己脑子笨，接受能力差，"天生"不如别人，白天还没有飞好，根本不是飞夜航的"料"。沉重的思想包袱压制了他的聪明、才智，束缚了他的手脚。

不久，批判林彪、孔老二鼓吹"生而知之"的"天才论"的战斗在大队里打响了。王石头和其他同志一起，怀着对林彪反党集团的刻骨仇恨，积极地投入了这场战斗。为了批倒批臭反动的"天才论"，他抓紧点滴时间刻苦攻读《反杜林论》、《国家与革命》、《唯物主义和经验批判主义》、《论人民民主专政》和《人的正确思想是从那里来的?》、《实践论》等马列著作和毛主席著作，深刻领会革命导师有关无产阶级革命、无产阶级专政、认识和实践的关系等一系列论述，联系自己的家在旧社会受地主剥削、压迫的苦难家史，联系自己的成长史，狠批了林彪效法孔老二搞"克己复礼"，鼓吹反动理论纲领"天才论"的罪行。为了弄清林彪鼓吹"天才论"的思想和阶级根源，他一遍又一遍地学习毛主席的有关教导，越学心里越亮堂。于是，他联系自己的飞行实际，连夜写了《"生而知之"是鬼话，实践才能出真知》的大批判稿，他说："林彪、孔老二都是复辟狂，他们为了复辟、倒退，都是把自己打扮成'受于天'的'天才'，妄图用所谓'天才'来束缚人们的手脚，要我们听他'指挥'、'调动'，我们是人民的飞行员，毛主席给我们安上了钢铁翅膀，不靠'天命'靠革命，不信'天才'靠实践。我一定要勤学苦练，掌握夜航技术，保卫祖国的万里蓝天，以实际行动粉碎林彪反党集团的复辟阴谋。"

王石头批了"天才论"，思想上有了新的认识，练兵的目的更加明确了。从那以后，他破除迷信，解放思想，增强信心，知难而进。平时，他抓紧点滴时间，认真学习航空理论；飞行前准备，他一遍又一遍地练，并且给自己假设了许多情况，如飞机带交叉怎样修，偏向一边怎样修，有了侧风怎样修；飞行后，他及时总结经验教训。节假日，他也要抽出一定时间到练习器上去苦练。几月如一日，长期坚持。就这样，在领导和同志们的帮助下，经过自己的刻苦努力，终于克服了下滑着陆的难点。飞行质量不断提高，安全形势不断好转，受到了领导和同志们的一致好评。在顺利的情况下，在一片赞扬声中，王石头并没有满足。他坚持实践，不断前进。

就这样，王石头狠批了"天才论"，坚定地树立了实

践第一的观点，破除迷信，解放思想，勇于实践，飞行质量和进度进步很快，为了表彰他的勤学苦练的革命精神，上级党委给他嘉奖的奖励。

预测风云管好天



早晨，一颗红色气球腾空升起。一个年青的战士，站在观测台上，目送着气球直入长空，预测着风云的未来变幻。他就是气象预报员周友元。

提起小周，同志们都称赞他“为革命管住了天”。

小周是去年才参加气象预报工作的。刚刚担任飞行气象保障工作不久，由于预报经验不足，出现了两场气候保障不准的情况，在他思想上一度产生了“老天爷”的脾气难掌握的畏难情绪。

批林批孔开始后，他认真学习了毛主席的《实践论》、《人的正确思想是从那里来的？》等光辉著作，同台里的同志一道，狠批了林彪、孔老二鼓吹的“天命论”，提高了思想觉悟。他说：“天气，是一种自然现象，其变化有常，生消有因，只要我们勇于实践、善于实践，不断总结经验，就一定能够掌握它，报准它。林彪、孔老二极力宣扬‘天命观’，是为其‘克己复礼’服务的，我们革命战士决不能上当受骗，听天由命，而要与人斗、与天斗，为巩固无产阶级专政、防止资本主义复辟，管好‘天老爷’。”

他甩掉了“管不好天”的包袱，树立了人定胜天的思想。他经常利用休息时间学习了解机场所处的地理自然环境和地方性天气特点。他建立了两本学习笔记，随身携带，一本是预报经验指标笔记，一本是自作机场地理自然环境图，在值班中坚持验证总结。他还经常普查总结历史资料，先后从历史资料中总结出本场东风风沙、东风碎云、东风低云等天气形势特点，并从中摸索了一些预报指标。他坚持在各种复杂天气下观察天象，积累预报经验。他把每次值班都作为一次学习提高的过程，做到认真仔细分析，对成败事例坚持写心得笔记。他不但注重实践经验，而且还重视气象理论知识的学习。不怕文化低，不顾水平差，发扬“钉子”精神，半年多来，他先后学习了《气象学》、《天气学》和《大气物理学》等业务书籍。迅速提高了业务理论水平。

实践出真知，斗争长才干。经过一段时间的努力学习，小周的预报水平很快提高了。

一天，飞行训练正在进行，手持天气图的塔台值班气象员小周，怀着高度的革命责任感，时而瞧瞧这边，时而望望那边，严密监视着万里长空的风云变幻。突然，一阵冷风从机场东南方向吹来，看看东南方向，天空有些发黄，“不好了，冷锋过境了，有起风沙的可能！”他立即登上气象车，与在车值班预报员和台长研究分析本场及其周围上游测站的天气变化情况，结果得出了：半小时之后将要有大风伴随着风沙袭击本场的预报。小周迅速向指挥员作了报告，建议马上停飞，指挥员采纳了他的意见，命令空中飞机全部返航着陆。当空中最后一架飞机着陆不久，东南方的大风伴随着风沙迅速扑盖了机场。

题图：俞大梅　插图：吴　棣

国际民用航空组织举行第二十一届大会

本刊讯　今年九月二十四日至十月十六日，国际民用航空组织在加拿大蒙特利尔举行了第二十一届大会。以中国民用航空总局副局长沈图为团长的我国代表团出席了这届大会。

国际民航组织是世界各国在国际民用航空方面政府间的机构，总部设在蒙特利尔，每三年举行一次成员国代表大会，今年举行的是第二十一次，也是我国参加该组织的活动后首次出席的大会（参看本刊今年八月号报道：《国际民航组织》、《我国参加国际民航组织活动》）。在这次大会上，第三世界国家团结一致，互相配合，同帝国主义、殖民主义和霸权主义进行了有力的斗争。会议讨论和通过了今后三年的工作计划、技术援助、邀请民族解放运动的代表参加国际民航组织会议等决议，并选举了新的理事会。

国际民航组织的理事会是代表大会闭幕期间的常设权力机构，每三年选举一次，由三十个理事国组成。在今年的大会上，由于第三世界国家团结一致，互相支持，在选举新的理事会成员时，挫败了社会帝国主义的霸权阴谋，使第三世界国家在三十个理事会席位中占得十八个，其中包括中国。

在这次大会上，中国代表多次发言，支持第三世界国家提出的多项建议，并希望国际民航组织要面对第三世界国家所遇到的问题，帮助它们建设自己的民航事业。

·《人民日报》社论·

祝贺中日正式通航

今天是中日邦交正常化两周年。在这个具有历史意义的日子，中日两国人民盼望已久的两国间正式通航实现了。这是两国关系中一件可喜的事情。我们对中日正式通航表示热烈的祝贺，对搭乘首航班机来我国访问的日中通航友好访华代表团的全体朋友表示衷心的欢迎！

中日两国是一水相连的近邻。自古以来两国人民就有频繁的友好往来。战后二十多年，由于两国之间没有直接的空中交通联系，两国人民的来往不得不绕道而行，很不方便。现在，根据中日航空运输协定的规定，两国正式通航，过去那种不正常的交通状况宣告结束了。这座横跨大海的空中桥梁把我们两国直接联系起来，将更有利于两国人民之间的友好往来，并促进两国经济文化交流的不断发展，使我们两国的睦邻友好关系得到进一步巩固和加强。毫无疑问，这完全符合两国人民的根本利益和共同愿望。

中日航线的开辟，是中日邦交正常化以来两国关系合乎逻辑的发展，是两国政府和两国人民排除阻力和干扰、共同努力的结果。两年前，日本田中首相、大平外相和二阶堂官房长官对我国进行了具有历史意义的访问。两国政府发表的联合声明，宣告了两国关系的正常化，从而为发展两国关系奠下了基石。今年四月二十日，在北京签订了中华人民共和国和日本国航空运输协定。中日两国政府为尽早实现正式通航进行了有益的协商和合作。广大日本人民和各界人士为促进这一目标的实现作出了积极的努力和可贵的贡献。

在祝贺中日正式通航和纪念中日邦交正常化两周年的今天，我们高兴地看到，过去两年来，中日两国间的经济文化交流不断发展，两国人民之间的友好往来日益频繁，中日友好更加深入人心。尽管还有那么一小撮极端顽固分子，妄图阻挠中日两国关系的健康发展，破坏中日友好的前进，但是，这股小小的逆流，终究抵挡不了中日友好的历史潮流继续奔腾前进。

中国人民决心同日本人民一道，为进一步加强我们两国人民的友谊，为使两国人民世世代代友好下去，继续共同努力奋斗。

（原载九月二十九日《人民日报》）





△中国和日本之间的定期航线九月二十九日正式通航。在中日两国邦交实现正常化两周年之际，中国民航的首航班机满载着中国人民对日本人民的友谊，二十九日上午十时从北京首都机场起飞前往日本。

全国人大代表、国务院前部长王震率领中国友好访问团，乘坐首航班机前往日本，参加中日通航庆祝活动并进行参观访问。中国友好访问团的副团长是：全国人大代表、北京市革命委员会副主任王磊，全国人大代表、中国民航总局副政委诸惠芬，山西省革命委员会常委、山西省昔阳县大寨大队革命委员会主任郭凤莲，上海市革命委员会常委张敬标。代表团副团长兼秘书长是中日友协秘书长孙平化。代表团团员中，有来自我国工农业生产第一线的工人、农民、上山下乡知识青年和赤脚医生，有少数民族代表，有大学工农兵学员和教授、演员、医生、新闻工作者以及其他方面的代表。全团共九十八人。

这一天，首都机场上飘扬着中日两国国旗和一面面彩旗，悬挂着“热烈庆祝中日两国相互通航”的横幅标语。国务院副总理聂荣臻，中日友协会长廖承志，中国民航总局局长马仁辉，外交部副部长余湛，对外友协会长柴泽民等，前往机场送行。日本驻中国大使小川平四郎和大使馆外交官员，也到机场送行。

中日两国一衣带水，日本的西面同我国的大陆最近处相隔只有四百多浬。过去由于没有直达航线，两国人民的友好往来需要绕道几天，两国人民迫切盼望开辟这条航线以利往来。一九七二年，中日两

国实现了邦交正常化。为了进一步促进两国人民的友好往来和发展两国之间的航空运输，今年四月二十日中日两国政府在北京签订了中日航空运输协定，决定开设中日定期航线。根据协定，中国民航的班机和日本航空公司的班机，每星期将分别有两个班次，飞机的着陆点是中国的北京、上海和日本的东京、大阪。其中有的航班单程是北京和东京直飞，飞行时间只要四个小时左右，大大缩短了两国往来的时间。

中国友好访问团全体成员，于九月二十九日下午一点五十分到达东京羽田机场。

日本航空公司当晚在东京举行酒会，欢迎中国友好访问团乘坐中国民航首航班机访问日本。

△由日本自由民主党众议员小坂善太郎为团长的日本日中通航友好访华代表团一行九十四人，九月二十九日上午十时乘日本航空公司的首航班机在东京羽田机场起飞，下午到达北京。

中日友协会长廖承志，中国民航总局局长马仁辉，外交部副部长余湛，对外友协会长柴泽民等，到机场热烈欢迎日本朋友。日本驻中国大使小川平四郎和大使馆外交官员，也到机场迎接。

首都机场上飘扬着中日两国国旗和彩旗，悬挂的横幅标语上写着："热烈庆祝中日两国相互通航"。下午二点四十五分，日本航空公司的首航班机准时在首都机场降落。廖承志会长、马仁辉局长、余湛副部长、柴泽民社长等同走下飞机的日本朋友一一握手。首都少年儿童向小坂善太郎团长、六位副团长、班机机长和乘务员代表献了鲜花。机场上，中日两国朋友互致亲切问候，热烈祝贺中日通航成功，祝贺两国人民的友谊进一步发展。当天晚上，为庆祝中日通航，中国民航总局和中日友协举行了招待会。

航空密封技术

胡少枝

密封技术在日常生活中是不可缺少的，在航空上的应用更是屡见不鲜。本文就为什么要密封、用什么密封、如何密封以及密封的检查和维修等几个与航空密封材料有关的技术问题，向读者们作一简单介绍。

在日常生活中，常常可以见到这样一些现象：在打开汽水瓶或啤酒瓶时，发现瓶盖里面垫着一块圆的橡皮垫以防跑气；建筑物的窗子在玻璃与窗框相接的地方总要刮上油灰防止透风；在制造木船时，要在木板与木板接合缝填抹腻子防止漏水等等。这些垫片、油灰和腻子就是起的密封作用。在航空上，用航空密封材料进行密封也是不可缺少的。下面就来谈一谈这方面的问题。

为什么要密封

密封技术在航空上的应用是很普遍的。这是因为：

飞机在高空飞行，所处的环境条件与地面完全不同。当飞行高度超过四千五百米后，由于缺氧和气压降低，人会患所谓"缺氧症"和"高空减压症"，出现头痛、困倦、听觉和视力减弱、消化和新陈代谢机能失调以及关节疼痛等症状。这种情况随着飞行高度的增加，越来越严重。在八千米以下，缺氧症是主要的。当超过八千米以后，不但严重缺氧，由于气压很低，高空减压症也十分明显。再则高速飞行使飞机表面与空气产生大量摩擦热而引起座舱温度升高。为保证驾驶员和乘客在高空飞行中能正常活动，就必须对座舱进行密封，以便于调节温度、压力和保证正常供氧等。

另一方面，由于现代飞机速度高，耗油量大，再加上航程远，这就要求尽可能利用飞机机体内的空间来装载更多的燃油，为此而出现的结构整体油箱，就需要密封；为保证安全，防止燃油起火，燃油系统应该保证不漏油，这也必须采取严密的密封措施。

卫星、导弹、火箭的有些仪器、仪表，必须在一定温度、压力、湿度范围内才能正常工作，装载这些仪器、仪表的舱段也应该严格密封。

此外，飞机、卫星、导弹、火箭上的冷气、氧气、液压系统等也需要密封。

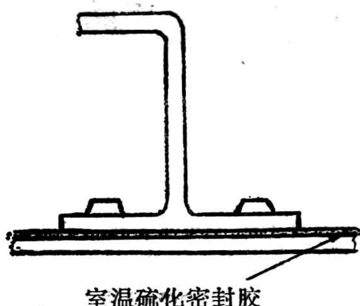
综上所述可以看出，密封技术对航空来说是不可缺少的。航空对密封技术的要求是很严格的，即密封必须可靠。只有这样，才能保证飞行器上应该密封的系统的正常工作，也才能确保飞行器的飞行安全。

用什么密封

要密封就必须有密封材料。为确保飞行器的飞行安全，必须对航空密封材料提出一定的要求。这些要求主要是：不透气性和不渗油性；足够的强度和弹性；对所接触的金属和非金属材料不允许有腐蚀性，并且有良好的粘合力；能耐燃油和耐空气老化；耐高、低温；密封电气零件时，有良好的电绝缘性能等等。

目前使用的航空密封材料有能硫化的密封胶和不硫化的密封腻子两类。能硫化的密封胶主要由基料

图一　缝内密封形式



（橡胶）、补强剂、增粘剂、硫化剂和促进剂等组成，分为膏状胶、胶液和垫片三种；不硫化的密封腻子主要由基料（橡胶）、补强剂、增塑剂等组成，常制成腻子和腻子布使用。能硫化密封胶还可分为室温硫化和高温硫化两种。

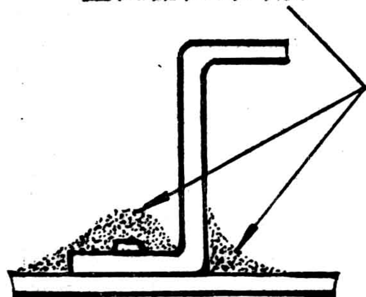
用作密封材料的基料主要有：聚硫橡胶、丁腈橡胶、有机硅和含氟有机硅橡胶、异丁橡胶、顺丁二烯橡胶、氟橡胶、氟化丁基橡胶、天然橡胶等。为了满足现代航空发展的需要，特别是宇宙航行的需要，人们还在不断地探索新型的耐高温密封材料。象硅苯撑橡胶、硅苯醚撑橡胶、硅-氟-硼橡胶和三嗪弹性体等，都有希望进入航空密封材料的行列。

如何密封

现代飞行器结构的连接形式有：铆接、螺接、胶接、胶-焊和胶-铆等等。根据结构不同的连接形式和密封部位的不同要求，所用的密封形式、密封材料及施工方法都不一样。

室温硫化密封胶有各种稠度，流动性好，常用于夹层密封和结构表面密封。硫化后，它能形成一层橡皮状物质，密封性能比较好。高温硫化密封胶的特点是硫化速度快，但在工艺上需要一套加温设备。腻子和腻子布常用在较大间隙的堵塞和金属与金属之间的缝内密封上。在结构受力较大，变形较小的部位则用垫片进行密封。

常见的密封形式有：缝内密封（见图一），缝外密封（见图二），混合密封（见图三）和注射密封（见图四）四种。为了提高密封的粘合力，可在待密封工件表面先涂上底胶，然后再用密封材料进行密封。施工方法比较简单，一般采用刮板涂抹、刷子涂刷、压注枪注射和喷涂等。施工部位所需的密封形状是用型刀刮板来保证的。



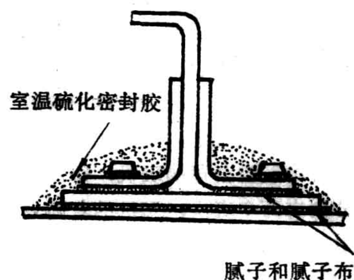
图二　缝外密封形式

密封的检验和维修

为了保证密封连接的可靠性，必须对密封部位进行检验。对于舱体等密封容器，应该进行综合密封性检验。检验的方法是对它充以压缩空气，根据容器内空气压力的下降速度或它的消耗量便可判定密封质量的好坏。对于密封容器表面的底板、板件、可卸玻璃部分、口盖、门窗等单独密封部分，除可用真空检验法检验外，也可在受验件上涂上肥皂水，按气泡的形成来确定泄漏部位。此外，还可利用电气设备，如卤素探漏器等来进行检验。整体油箱的密封检查，除充以空气进行检验外，还要灌入燃油进行检验。检验时，在油箱外表面涂上一层白垩，如果有漏油出现，白垩就会被湿润变色。

飞行器在使用过程中，由于振动、空气气流的冲击、结构发生变形等，座舱、整体油箱及其它密封

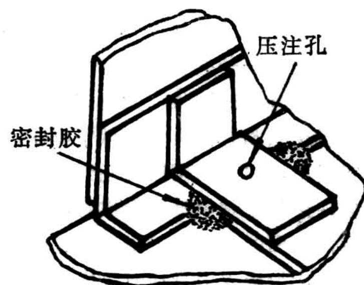
图三　混合密封形式



部位的密封性常常会受到影响，密封结构甚至遭到破坏，所以必须经常检查、维护和修理。维修过程大致如下：首先确定漏气的确切部位。因为许多漏气的地方，看起来好象都是在表面，其实漏气却经过了内部一段距离之后才到达表面的，即漏气根源在内部。所以要认真找到漏气根源，并作出标记；在切除有故障的密封胶前，首先要把漏气根源周围的密封胶切去，一直到露出金属表面；用干净的纱布在规定的溶剂中浸润后清洗全部切除胶的部位，并仔细擦干；按操作要求涂上新的密封胶。新涂的密封胶应刮成平滑面，不得有气泡。修理完后，应作必要的检查，以保证一定的密封质量。

在伟大领袖毛主席**独立自主、自力更生**方针指引下，我国的航空密封材料和密封技术得到了迅速发展，更新的技术和更好的材料正在不断出现，可以相信，这必将为我国航空事业的发展作出更大的贡献。

题图：王小飞



图四　注射密封形式



飞行中的发动机

肖 传 铭

飞机的飞行和发动机的工作息息相关。本文从飞机的飞行谈发动机的工作状态。

天高野阔，万里晴空。机场上，祖国的雄鹰轻快地滑跑，头稍上仰，即腾空而起，飞向深邃的蓝天……雄鹰的心脏——发动机是怎样伴随着飞行姿态跳动的呢？

工作状态

飞机的飞行通常分起飞爬高、巡航飞行（战斗机还有机动飞行）和下滑着陆三个阶段。在不同的阶段要求发动机发出不同的推力或功率，这就是我们常说的发动机几种不同的工作状态。分述如下：

最大工作状态 是发动机发出最大推力时的工作状态。在这种工作状态下，发动机承受最大的负荷，耗油率也较高，对发动机的寿命影响很大，因而其使用时间受到严格限制，通常只在飞机起飞或机动飞行时使用，所以又叫起飞工作状态。

额定工作状态 是发动机发出较大推力而工作时间不受限制的一种工作状态，在飞机长时间爬高和得到巡航速度时使用。

巡航工作状态 是指飞机作巡航飞行时发动机的工作状态。

慢车工作状态 是一种小转速工作状态，发动机推力很小。在飞机起飞之前暖机时使用。

加速和减速工作状态 显然，加速工作状态是指发动机由小推力状态向较大推力的工作状态过渡的过程，衡量这个过程的参数是加速时间。在保证发动机安全可靠、稳定工作的前提下，发动机的加速时间越短，飞机的机动能力就越好。因此，战斗机上发动机的加速性是一项很重要的指标。减速工作状态是相反的过渡状态。

以上几种工作状态（参看插图）是任何发动机都必须具备的基本工作状态。此外，还有加力工作状态和反推力工作状态。前者又分为喷油补燃加力和喷水加力两种，但是人们通常将喷油补燃加力称为加力工作状态。这些工作状态是根据飞机的不同要求而选择设计的，并不是所有发动机都必须具备。

工作状态的变换

空气喷气发动机依靠燃油与空气中的氧燃烧产生热量做功。烧油量大，发出的推力大；烧油量小，发出的推力也小。因此，调节发动机的供油量，就可以改变发动机的工作状态。

调节发动机的供油量，可以用多种方法达到，其中最主要的是用油门杆改变油门开度。

虽然可以用改变转速的方法调节供油量，从而控制发动机的工作状态，但是却不能使发动机在各种工作状态下都获得较高的效率。所以，有的发动机在加力、最大、额定三个工作状态保持同一转速，而采用降低转速的方法过渡到巡航、慢车工作状态。

在保持转速不变的情况下变换发动机排气喷口的直径，也可以改变发动机的供油量。例如：想使额定工作状态变换为最大工作状态，只要缩小发动机排气喷口的直径就行。这是为什么呢？原来，发动机排气喷口缩小，燃气涡轮后的压力增加，发动机的转速就要相应下降，而发动机的转速调节器为了使转速保持不变就向发动机主燃烧室中多喷油。这样，虽然发动机转速不变，实际上比额定工作状态多供了油。供油量增多就会使发动机的推力提高。反之，如果要发动机从最大工作状态退回额定工作状态，则只要将喷口直径放大就行了。

要使发动机进入加力状态，只要操纵加力燃油系统向加力燃烧室中供油，并点火使之燃烧，发动机就进入了加力工作状态。当然，发动机的排气喷口要与之配合。

操纵发动机工作状态的方法很简便。发动机油门最小时是慢车工作状态，随着油门开度的加大，发动机的转速逐渐增大，油门全开时，发动机进入最大工作状态。驾驶员推动油门杆，发动机按照驾驶员的操纵变换各种工作状态，就可以做各种飞行了。

飞行中的发动机

起飞爬升 飞机的起飞爬升是飞行的初始阶段，也是一种加速运动。

飞机在地面静止时，驾驶员便开动发动机，产生推力，并且经常在慢车状态下工作一段时间，用以暖机及检查发动机各系统是否正常工作。如果一切正常，则当飞机滑行到起飞线上时，驾驶员立即将发动机开到最大工作状态。在歼击机

上，一般都开动加力燃烧室，使发动机处在加力工作状态。有些民航机在炎热或高原地区起飞时，为了使飞机满载起飞，还要开动喷水加力装置。这时，飞机疾速滑跑，越跑越快。当滑跑速度增加到机翼的举力（即升力）略超过飞机的重量时，飞机便离地腾空。接着就加速爬升到十米或者十五米高度。飞机从起飞线滑跑，到爬升至十或十五米高度所跨越的距离，为起飞距离。飞机的起飞距离越短越好，以便缩短滑跑长度，降低建筑机场的费用，同时也可使战斗机更快地升空以利作战。因此，发动机起飞时，驾驶员都将发动机的油门杆推到最大开度位置，发出最大推力。

待飞机爬升到一定高度（例如，有的飞机爬升到一百米），便将油门杆拉到额定工作状态继续爬高。民航机爬升到约七、八千米高度，便转入巡航飞行。

巡航飞行 飞机在经过起飞和爬升之后，转入平飞，称之为巡航飞行。例如，飞机从北京飞到广州，在两地之间所进行的长距离飞行，就是巡航飞行。特点是飞行距离远，飞行时间长，要求经济性好，省油；这时发动机的负荷不太大，有利于延长寿命。发动机的巡航工作状态正好适合长距离飞行的要求。

飞机每次飞行都只能装载一定数量燃油，那么，怎样才能飞得远和续航时间长呢？是否飞行速度越大航程越长呢？是否飞行速度越小续航时间越长呢？实际上并不完全如此。主要依靠合理使用飞机所载的燃油。

飞机的飞行速度有一定范围，速度不同，发动机发出的推力也不相同。用最大速度飞行，虽然每小时飞过的距离长，但是耗油太快，总的航程并不最长。如果我们把飞行速度和耗油快慢综合考虑，照顾到两方面的情况，可以找到一个适宜的速度，用这个速度飞行，飞机每飞行一公里，发动机耗油最小，航程最长，这就是飞最大航程时用的速度。一般来说，飞行速度大，发动机耗油快，续航时间短，反过来，飞行速度小，发动机耗油慢，续航时间长。当飞行速度小到某个值时，发动机每小时耗油最小。但是，当飞行速度再小，要求发动机发出很小推力，发动机工作远离设计点，效率很低，耗油率反而加多，因而续航时间缩短。这也和任何事物的性质总有一个限度，超过了这个限度，性质就要起变化的道理是一样的。在实际巡航中，都不用最大航程速度来飞行，因为这种速度要根据具体情况经常调整发动机的工作状态，这样做比较困难。所以，当飞机转入巡航飞行时，便使用发动机固定的巡航工作状态。这样，便于操纵检查，有利于安全，经济性也较好。

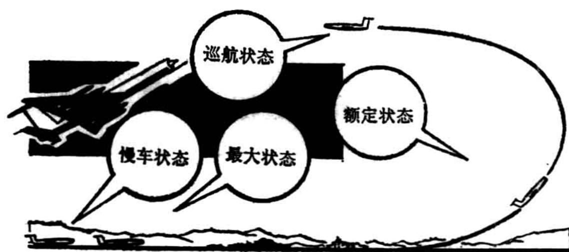
机动飞行 对于战斗机来说，发现敌机后要迅速抢占有利高度以便于和敌机进行格斗；空战中还要做各种机动飞行，因此，要使用加力工作状态和加速、减速等工作状态。驾驶员根据空战的具体情况，灵活地变换发动机的各个工作状态与飞机的操纵相配合，力争克敌制胜，达到保存自己、消灭敌人的目的。

进场着陆 飞机经过一段时间飞行，到达目的地，或作战之后返回机场，就要下降着陆，这是飞行的终了阶段。这时，飞机先在机场上空盘旋一圈，然后对准跑道下滑着陆。这个过程和起飞爬高过程恰好相反。由于燃油、弹药的消耗，飞机重量轻了，速度要减小，高度要降低，只需要发动机少许推力就可以操纵飞机。

为了保证飞机能安全平稳和有秩序地着陆，不仅规定了一定的着陆航线，同时对飞机下降减速也有规定，发动机的工作状态保证飞机速度符合所规定的要求就行了。一般用小油门工作状态。当飞机在下降着陆过程中，速度不符合规定，可以增大或减小发动机的推力来调整，但千万不能停车。

为什么在进场着陆过程中，千万不能使发动机停车呢？在顺利的条件下，当飞机对准跑道下滑时，即使发动机停车，也可以完成着陆过程。但是，当一旦出现偶然事故，例如，起落架收放系统失灵，或者飞机下滑过早或过迟，驾驶员必须当机立断，采取"复飞"，即重新拉起。这时，如果发动机已停车，那么，在刹那瞬间，就不可能将发动机重新起动达到最大推力状态，使飞机迅速拉起。但是，如果发动机处于慢车或小油门状态，驾驶员只要一推油门杆，发动机便很快过渡到最大状态或加力状态，使飞机立即爬升上去。

高速飞机着陆时，需将飞机的速度逐渐降到低速，然后到零。为了缩短滑跑距离，战斗机上一般采用阻力伞；在高亚音速民航机上，多采用反推力装置产生反推力，迫使飞机速度迅速降低。这时，发动机则不能处于小推力或慢车工作状态，而是处于大油门状态，以获得大的反推力。



飞行安全

人们常说，发动机是飞机的

“心脏”，可见发动机出了问题，将严重危及飞行安全，因此，飞行中必须认真观察发动机的工作情况。一般来说，要注意检查发动机的工作温度、转速振动情况以及滑油压力和温度在各种状态下是否符合规定。此外，不同的发动机还有一些规定要检查的问题。飞行员平常了解发动机的使用情况，知道薄弱环节，便于飞行中加强检查，对于保证飞行安全也是很重要的。在飞行的几个阶段中，尤其在起飞和着陆时要注意发动机的工作情况，因为这时高度低，时间紧迫，发动机出问题是极其危险的。

人们常说，不怕一万，就怕万一，飞行事故和整个飞行次数相比，是很小的。但是，飞机上有阶级兄弟的生命安全，飞机造价昂贵，是人民的财产，因此避免事故和减少损失是非常重要的。飞行员一旦发现发动机停车、着火和强烈振动等异常情况时，就应当果断地采取措施，尽最大努力避免损失。

随着航空科学和工业技术不断发展，发动机的质量不断提高，发动机的操纵也日臻完善，使用经验也不断丰富，过去容易发生的问题，现在解决了，或者改善了；过去发动机寿命只有几十小时，现在有的发动机可以用几千小时仍然安全可靠；过去检查不到或不容易发现的问题，现在通过预警系统可以提前发现，所以，因发动机导致的飞行事故逐渐减少。但是不管科学如何发展，旧的矛盾解决了，新的问题又待人们去研究解决，总是不断向前发展的。此外，人的因素也是飞行安全的重要因素之一，往往由于人的操纵不当或错误判断而造成飞行事故。因此，发挥人的主观能动性，以高度的革命精神认真负责地完成好飞行任务是任何物质条件所不能代替的！

题图：王青生　插图：李　加



国际标准大气

人们在谈到一架新飞机的时候，常常关心这架飞机飞多快、多高、多远、载重量多大。如果是军用飞机，还要了解它的机动性。您是否知道，这些性能数据都是根据试飞结果按照国际标准大气经过换算的？什么是国际标准大气？为什么要按国际标准大气给出一切飞机和发动机的性能数据？

这要从飞机的飞行讲起。飞机要离开地面翱翔在广阔的天空，必须依靠发动机的推力，一方面去克服空气阻力，另一方面使机翼与空气发生相对运动，产生升力。发动机的推力大小与大气状况有密切联系，飞机上产生的气动力与大气条件也息息相关，因此，我们得了解与飞机飞行有关系的大气层。

围绕在地球表面的一层空气，叫做大气层。大气层的厚度很大，在距地面五百公里的高度处还有空气。但是，空气在大气层中的分布是很不均匀的，距地面越近，空气的密度越大。贴近地面五千五百米的高度之内，约包含大气总重量的一半。在这之上直到一万一千米，约包含大气总重量的四分之一。所以，在十一公里以下的空间内，约包含大气总重的四分之三。大气总重量的百分之九十四都集中在二十公里的高度范围以内。这主要是由于地球引力的作用。由此可见，随着高度上升，空气的密度和压力（或压强）是迅速降低的。

到目前为止，飞机大多在贴近地球表面二十公里的大气层内飞行。从海平面起，大约到十一公里的高度范围内称为对流层。这层空气受地面的加热和起伏不平的影响，以及地面和水面的影响等，常发生风、云、雨、雪等现象，有水平方向的风和垂直方向的风，空气产生对流的运动。对流层里，空气的温度随高度增加而降低，大约每增高一千米，空气温度下降摄氏六点五度，所以又称为变温层。在这之上到大约二十四公里的空间是同温层，温度基本不变，约为摄氏负五十六点五度，这层空气没有垂直方向的流动，只有水平方向的流动，所以同温层又叫平流层。

飞机在对流层和同温层中飞行，特别是在对流层中，大气状况——压强、密度和温度等经常随着季节、日夜的时间、地理位置、高度等的不同而变化，这样就使飞机上产生的空气动力、发动机的推力等发生变化，从而使飞机的性能也随着它变化。因此，同一架飞机在不同地点作飞行试验，所显示的飞行性能会有不同。就是同一架飞机在同一地点和同一高度试飞，只要季节或时间不同，所得的飞行性能也会不同。因此，飞机试飞的结果，必须按同一标准的大气物理性质——压强、密度和温度等进行换算，才能互相比较。因而国际航空界协议，人为规定大气压强、密度和温度等随高度的变化关系，得出统一的数据，作为计算和试验飞行器的统一标准，以便于对飞机、发动机或其他飞行器的试飞结果和计算结果加以比较。这就是所谓的“国际标准”大气。它是地球中纬度处的大概平均值。海平面气温为摄氏十五度、气压为七百六十毫米汞柱高为海平面的标准大气。大气密度可以由气温和气压推算出来。



为了第三世界人民的友谊

——记一次抢救南斯拉夫伤员的飞行

民航北京管理局　张　泉

五月的一天下午四点十五分，驻山海关海军某部接到秦皇岛市革命委员会打来的一个紧急电话：一艘南斯拉夫轮船在秦皇岛码头卸货时，有位南斯拉夫船员不幸右脚被船仓盖板压伤，伤势较重。这位船员怀着对我国友好的感情，信任我国的医疗工作，要求在我国给他进行治疗。他在受伤以后，忍着剧烈的疼痛激动地说："我已经好几次听到人民中国的医生的事迹，请你们一定把我留在这里治疗。"根据伤员的要求，经过请示有关部门后决定立即把这位船员送往天津市治疗。为了争取时间，希望得到民航的支援，用飞机尽快把伤员送往天津！

海军某部首长立即向当时正在这个地区执行任务的民航机组传达了紧急电话的内容。民航8021机组的全体同志，一致要求把这项任务交给他们，并保证坚决完成。

他们立即分头紧张地进行飞行准备。副中队长郝振华立即打电话请示了上级民航有关部门，并和海军某部首长详细地研究了执行这次紧急任务的具体飞行方案，领导空勤组迅速地准备好了飞行资料和航线计划。机长赵进喜、领航员任有才、报务员麦志文同志也很快做好了飞行前的一切准备。机务副中队长郭明开、机械师张晶同志，组织机务人员积极配合有关单位以最快的速度做好安放担架、救护人员和飞机的准备。他们满怀对第三世界国家人民的诚挚友谊，以高度的责任感和熟练的技术，不到半个小时就做好起飞前的一切准备工作。

夜色渐渐地笼罩了机场，大家焦急地等待着伤员。下午六点十分，一辆白色的救护车送来了这位南斯拉夫伤员和护送他的一位南斯拉夫轮船上的负责人。机组的同志们把他们安置好，飞机很快就起飞了。

暮色苍茫，大地上灯光闪烁，机仓里几个年青的飞行人员心情又紧张又激动，他们心往一处想，劲往一处使，团结一致，紧密配合。他们想，山海关到天津的航线我们没飞过，在夜间护送外国朋友还是第一次，真是一次不平常的飞行，我们一定要集中精力，让伤员尽快安全地到达天津，早到一分钟，伤员就少一分痛苦。他们深知手里握着的驾驶杆的份量。

机长聚精会神地操纵着飞机，并不断地和地面保持通讯联络，领航员准确地引导飞机在航线上飞行。机组的同志想，南斯拉夫人民是热爱独立、自由，富有革命传统的人民。第二次世界大战期间，南斯拉夫人民进行了反法西斯占领者的英勇斗争，今天，南斯拉夫坚持不结盟政策，反对帝国主义和霸权主义，反对外来的控制、颠覆、干涉和威胁，勇敢地捍卫着国家主权和民族独立。中国和南斯拉夫都是发展中的国家，我们两国人民在过去的反法西斯斗争中，在今天的反帝反霸斗争中，互相同情，互相支持，互相鼓舞，结成了深厚的友谊。这位船员来到中国，是为了加强中南两国的贸易关系，增强两国人民的友好往来，他不幸在工作中负了伤，我们一定要照顾好这位国际朋友。他们怀着为全中国人民和世界人民服务的无产阶级感情，拿出点心、苹果亲切地慰问伤员，使伤员和护送他的南斯拉夫朋友深受感动，一再用手势来表示感谢的心情。

下午七点三十分，8021号飞机在天津机场安全降落。救护车早已准备好了，马上就护送伤员去医院，两位南斯拉夫朋友上车之后，不断地向机组人员招手致意，高呼："中国，感谢！中国，感谢！"

消息传到了那艘南斯拉夫的轮船后，南斯拉夫船员们热情欢呼，非常激动。船长热泪盈眶，紧紧握住在场的我国人员的手说："我今年五十多岁了，跑过世界上几十个国家，从来没有见过象中华人民共和国这样好的国家。你们的革命人道主义和国际主义精神，我们是永远不会忘记的。我要立即向我们公司和我国政府发电报，让他们都知道这些情况。回国后，我还要把这次事情告诉我的全家，告诉南斯拉夫人民！"

题图：吴　棣



飞机仪表

长　　虹

本文概要地叙述了航空仪表在飞机上的重要地位；具体说明了几种航空仪表的功用，并介绍了两种仪表的工作原理。

航空仪表是飞机的重要组成部分，它是随着飞机的发展而发展起来的。仪表的发展又促进了飞机性能的提高。

现代飞机结构都异常复杂。在飞行中，发动机的运转；座舱的供氧供压；外部环境的变化，都会给飞机的飞行带来重大影响，如果只靠飞行员的感觉飞行，是极其困难甚至是不可能的。因此必须配备完善的仪表系统，凭借这些仪表来感受飞行及导航所需要的各种信息，以保证飞行安全。

早期的飞机，由于飞得近，飞得低而且慢，使用的仪表也少，靠驾驶员的感觉飞行在当时还是可以适应的。但是现在，有的飞机飞行速度已达音速的三倍，飞行高度达二十多公里，航程远达数千公里；还有的具有很高的机动性及超低空能力，并且可以在各种气候条件下飞行。在这样的飞机上，光凭飞行员的感觉飞行是不行的。特别是盲目飞行，飞行员只有靠仪表的指示，才能正确地操纵飞机。

人们都习惯于把飞机结构比作人的躯体，把发动机看成人的心脏，航空仪表设备就被比作人的耳目和神经系统，飞机的飞行状态和发动机的工作状态就是靠这些“耳目和神经”显示给飞行员的。飞行员根据这些显示进行正确的判断，准确地驾驶飞机。随着航空仪表不断地完善，性能不断地提高，在现代航空中的地位也就显得愈来愈重要。

当然，决定的因素还是人，航空仪表在各种气象条件和各种飞行状态下有着特殊的功能，但主要还要靠飞行员高度的政治责任感和熟练的飞行技术，才能正确判断，及时协调飞机的飞行状态和发动机的工作状态，安全准确地完成各种飞行任务。

飞机相对于地面和气流运动的飞行状态参数主要有下面几种（见图一）。

俯仰角——飞机纵轴与地面间的夹角。

倾斜角——飞机横轴与地面间的夹角，或飞机围绕纵轴转动的角度。

航向角——飞机纵轴与地理子午线（南北线）间的夹角。

飞行高度——飞机与地面或海平面的垂直距离。

飞行速度——飞机相对于迎面气流的速度。

升降速度——飞机沿地垂线上下运动的速度。

飞机的飞行状态与发动机工作状态有着密切联系，因此，在飞行中还必须通过仪表经常检查发动机的工作状态。根据仪表在飞机上的功用，可大致分成以下三类：

驾驶领航仪表　用来反映或调节飞机的飞行状态，亦即显示飞机和周围环境相对关系的仪表。如高度表、速度表、升降速度表、地平仪和航向仪表等。

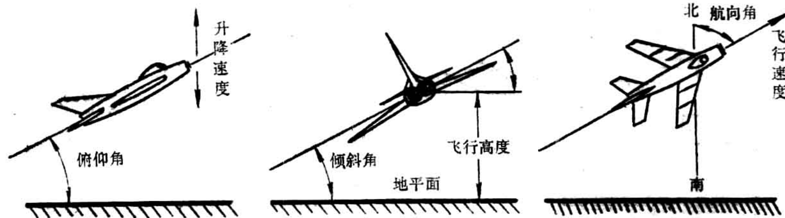
发动机仪表　用来检查测量和指示发动机工作状态的仪表。一般包括温度表、油量表、转速表、压力表等。

辅助仪表　用来指示飞机某些系统和部件工作情况的仪表。如指示襟翼、起落架和炸弹舱门位置，液压和冷气系统压力表，氧气仪表等。

为了便于飞行员观察，大部分仪表都装在驾驶舱的仪表板上，而仪表板就装在驾驶员的前面。不同用途的飞机有不同的仪表板，但主要的驾驶领航仪表和发动机仪表则必须具备，而且排列情况大体相同，都集中分布在仪表板中央部分。

下面介绍几种主要仪表的功用，并例举两种仪表的工作原理。

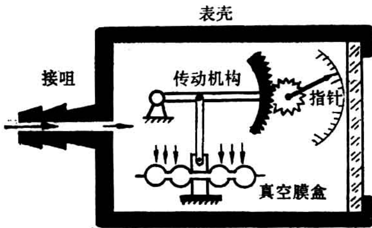
高度表：测量飞机相对于某一



图一　飞机飞行状态参数

地标，如机场、湖泊、山岭等的高度，使飞机在预定的高度上飞行，以及飞越山岭和躲避某高度上的风暴或结冰气团，保证飞行安全，在瞄准轰炸和空中格斗中也都需要随时了解高度，以不误战机。

空速表：是测量飞机相对于迎面气流速度的仪表。飞机在空中运动，也可以把飞机看作不动而空气以同样速度流过飞机，气流的流动速度就是空速，通常把飞行速度就叫做空速。根据功用不同，又可分



图二　高度表工作原理图

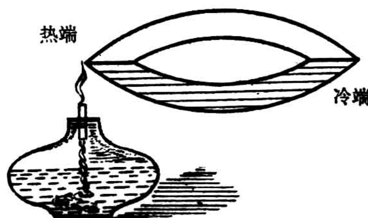
为真空速表、指示空速表和M数表。所谓真空速即考虑到空气密度和压缩性的变化对空速的影响，这时测得的空速称为真空速。也即飞机相对于空气运动的真实速度。真空速表用以进行领航计算，空中侦察照相，瞄准轰炸或选取有利速度追击敌机等。指示空速表实际是测量与升力有关的动压（即空气流动所产生的动压力）的仪表。当空速过低时，与空速成一定正比关系的动压就显著减小，升力便会大大下降，有可能导致失速，若保持一定的指示空速，就能获得所需要的升力和推进力。所以它是保证飞机在低速飞行时防止失速的仪表。M数是真空速与飞机所在飞行高度上音速的比值，它表示飞机速度为音速的几倍（如M=2.5即指飞行速度为音速的两倍半）。在近音速飞行时，当飞机速度增大到一定值后，飞行阻力会突然增加（常称这个高阻力区为音障）。它使升力显著降低，飞机稳定性和操纵性变坏，这种现象就是所谓的“激波失速”。M数表可用来判断空速是否达到或超过音速，以便顺利越过“音障”，防止“激波失速”，驾驶员还凭借M数表来控制飞行最大M数，以防止飞机结构上的损坏。

升降速度表：测量飞机上升或下降的垂直速度，使飞机以一定的速度俯冲或爬高。由于升降速度表非常灵敏，能反映微小的高度变化，因此，当飞机在保持或恢复平直飞行时，还可作水平飞行指示器用。

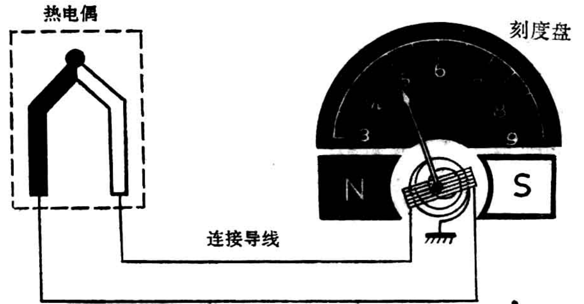
此外，为了保证飞机在漫无边际的天空中不偏离航线就需配备航向仪表（如磁罗经、无线电罗经等）。为了判断飞机是否保持平直飞行，可用转弯倾斜仪，它能测知飞机转弯（或盘旋）的方向以及侧滑倾斜角。上述一些仪表固然能帮助飞行员局部地判断飞机的飞行姿态，但飞机上还装有一个更为重要的仪表——航空地平仪，被用来直观地反映飞机俯仰角和倾斜角。以使飞行员直接了解飞机的飞行姿态，正确地操纵飞机。

发动机的工作直接影响着飞机的飞行性能，因此，飞行员要及时通过仪表检查发动机的工作状态。常用的几种发动机仪表是：

温度表：用以测量喷气发动机排气温度或活塞式发动机气缸头的温度，以及冷却液温度和润滑系统



图三　热电偶示意图



图四　热电偶式排气温度表原理图

的滑油温度等。飞行员可通过操纵油门控制排气温度，使发动机不致因温度过高而烧坏机件，也不致因温度过低而造成推力不足。

油量表：飞机的航程和续航时间的长短主要取决于飞机油箱中燃油的多少。通过油量表可以及时了解飞机的总油量和剩余油量；并可根据各组油箱的储油量进行自动供油，调整飞机的重心，以保持飞机平衡。

转速表：用来测量喷气发动机的涡轮转速或活塞式发动机的曲轴转速，以了解发动机推进力的大小，是检查发动机基本性能——功率的仪表。

压力表：为了保证发动机正常工作，必须在一定的压力下不断地供给燃油和滑油。准确地测量燃油系统和滑油系统内油的压力，是检查和控制发动机工作状态的一个重要依据。

驾驶领航仪表的工作原理分两种情况：一种是气压式仪表，如高度表、空速表，M数表、升降速度表。它们都是根据压力（动压和静压）同这些被测参数之间存在着一定的数学关系，通过感受器件感受压力的变化，从而测得上述被测参数。另一种是陀螺仪表，它是利用陀螺的定轴性和进动性等特性而制成的，从而感受飞机姿态和航向的变化。

发动机仪表的工作原理多是利用间接的方法测得所需的压力、温

度、流量等参数的，一般是将这些被测参数变换成电路的电气参数。如电阻、电感电容。而这些电气参数是随被测参数的变化而变化的，因此只要测得电气参数就可知被测参数，这一点是容易作到的。

下面以高度表为例具体说明一下它们的工作原理。

目前除了用无线电波测量高度外，用得较多的是通过测量大气压力来间接测得飞行高度的气压测高法，这种高度表叫做气压式高度表。在了解气压测高原理前，先粗浅地认识一下大气的性质。

大气包围着地球，它的底层是靠近地面的变温层和同温层，也就是现代飞机活动的高度范围。同数千公里厚的大气层相比，可说飞机是作贴地飞行。大气也和地球上其他物体一样受到地球的吸引，所以亦有重量。上层大气压着下层大气，因而产生了大气压力，一般称作大气静压。大气静压是随着飞机飞行高度的升高而减少的。气压式高度表就是利用这个规律，通过感压器件测量飞机周围大气静压而间接测知飞行高度的。

气压式高度表实际上就是测量大气压力的气压表，只是将气压转换成高度刻度而已。其工作原理如图 2 所示。

大气静压是由装在飞机头部(或机翼前方)的测压管收集的。然后，经导管输进表壳。当飞行高度增大时，大气静压减小，感压元件(内腔抽成接近真空的真空膜盒)就膨胀，膜盒上膜片产生位移，经传动机构带动指针，指示出相应的高度值。

其他测量空速，M 数，升降速度等气动仪表虽然原理有所不同，但基本组成形式却都相仿，只是感压元件的形式，由于感受不同的压力（大气静压或气流动压）而有所不同。

在介绍发动机排气温度表以前，我们先看一个热电物理现象。

将两种不同材料的金属焊接成图三所示的闭合回路，并在一个焊接端加热，称为热端；而另一端，称为冷端保持温度不变。这时，由于两端温度不同，在闭合回路中便有电动势产生，此电动势和两端温度差有关，因此称为热电动势。这种由两种不同金属焊成的闭合回路，一般称作热电偶。

热电偶式排气温度表就是利用热电偶作传感器，并在其冷端接入一个精密电压表，组成一新的电回路。只要保持其冷端即座舱内的温度不变，那么放在发动机尾喷管里的热电偶热端温度变化时，电压表指示的热电动势的大小，即反映了热端温度，也就是发动机的排气温度的变化。

以上介绍了飞机上常用的一些分立式仪表，这些仪表如果不更新是很难适应飞机的发展的。随着自动化技术和电子技术的发展，航空仪表也正朝着显示综合化、小型化和数字化方向发展，有关这方面的介绍请参阅本刊第五期《飞机仪表的发展概况》一文，这里就不再赘述了。

题图：王小飞　插图：杨承德



战鹰出航

本栏解说：唐禹民

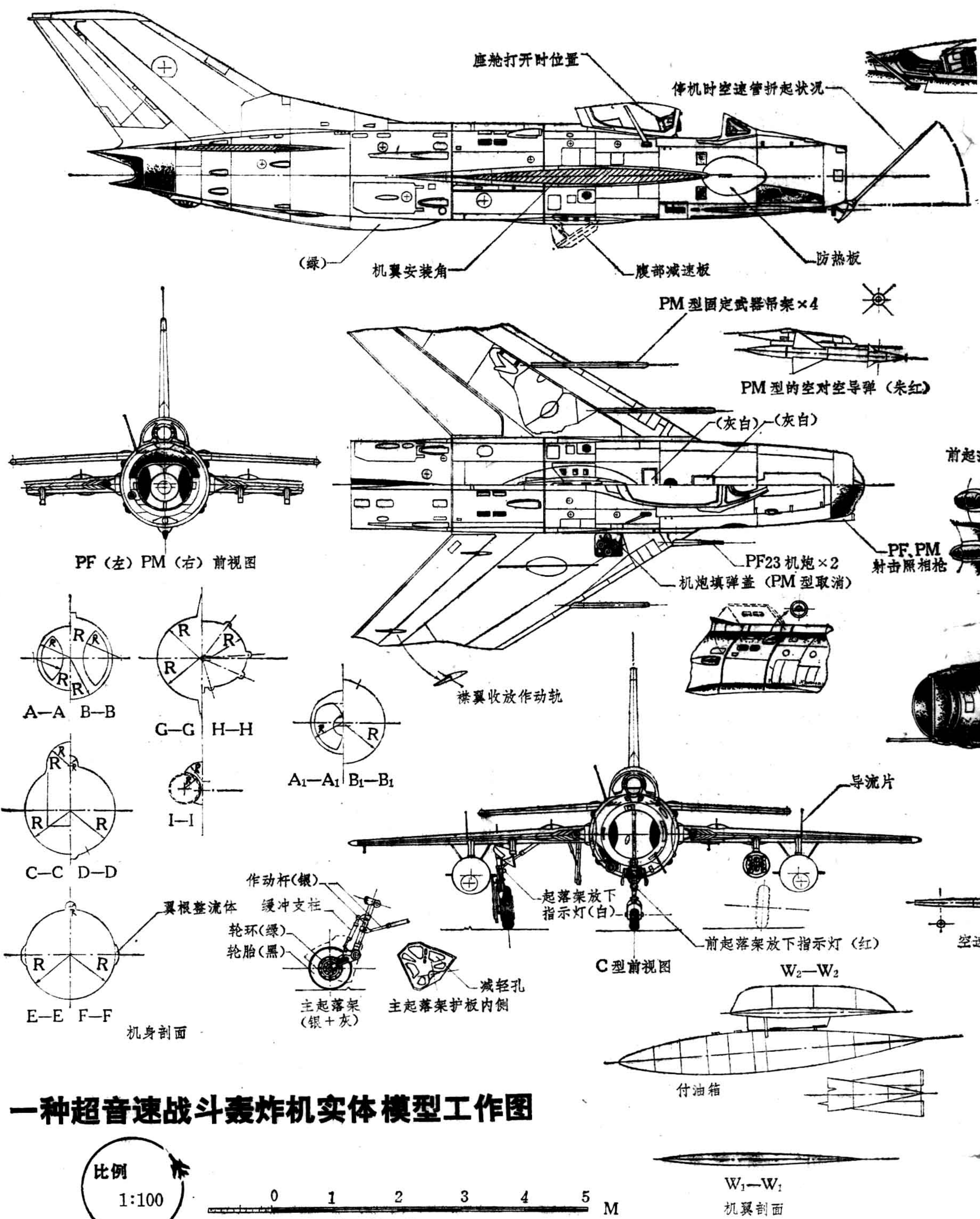
在祖国北疆的某机场上，驻守着一支飞行部队，他们遵照伟大领袖毛主席关于『**提高警惕，保卫祖国**』的教导，日夜巡航在祖国的领空。茫茫草原，到处掠过他们矫健的机影，巍巍群山，到处回荡着马达的轰鸣。二十几年来，他们时刻保持高度的警惕，扎扎实实地进行战备训练，保证了飞行安全，较好地完成了上级交给的各项战斗任务。

《战鹰出航》这幅彩色照片的创作思想，主要是想通过气势壮观的飞行场面，展示我国强大的人民空军保卫祖国神圣领空的坚强意志和无比威力。轰炸机在轰炸目标时，多采取编队飞行实施轰炸，一般情况，每三架飞机编成『品』字队形，九架飞机每三架一组也编成『品』字队形跟进飞行。通常在编队飞行训练时，空中队形编好后，从机场上空通过，一般称『通场』，通场的目的是使飞行指挥员检验空中队形保持的状态。《战鹰出航》这幅照片就是在进行九机『品』字队形通场时拍下来的。

在一张照片上，要把空中编队机群拍下来，又要把机场停机坪上的飞机也拍进去，必须选择适当的距离和一定的高度为拍摄点。如果拍摄距离太近，拍摄高度太低，地面飞机就要重选，空中飞机拍不进去。如果距离太远，拍摄点选得再高，透视关系也不会好，飞机拍出来也太小。《战鹰出航》这幅照片的拍摄点选择了距离地面飞机七十米左右，高度十几米的一个土坡上。

另外，飞机通场飞行的高度低，速度大，必须抓紧拍摄瞬间，把空中的机群安排在画面的合理位置上。

拍摄这幅照片用的是一二〇型双镜头反光照相机，镜头口径为二点八，胶卷是日光型彩色负片，感光度为十九度，光圈十六，速度为一百二十五分之一秒。



座舱打开时位置
停机时空速管折起状况
(绿)
机翼安装角
腹部减速板
防热板
PM型固定武器吊架×4
PM型的空对空导弹(朱红)
(灰白)
(灰白)
PF23机炮×2
PF、PM
射击照相枪
机炮填弹盖(PM型取消)
襟翼收放作动轨
PF(左)PM(右)前视图
A—A B—B
G—G H—H
A_1—A_1 B_1—B_1
C—C D—D
I—I
E—E F—F
机身剖面
翼根整流体
作动杆(银)
缓冲支柱
轮环(绿)
轮胎(黑)
主起落架
(银+灰)
主起落架护板内侧
减轻孔
起落架放下
指示灯(白)
前起落架放下指示灯(红)
导流片
C型前视图
W_2—W_2
付油箱
W_1—W_1
机翼剖面
一种超音速战斗轰炸机实体模型工作图
比例
1:100
0
1
2
3
4
5
M
比例尺

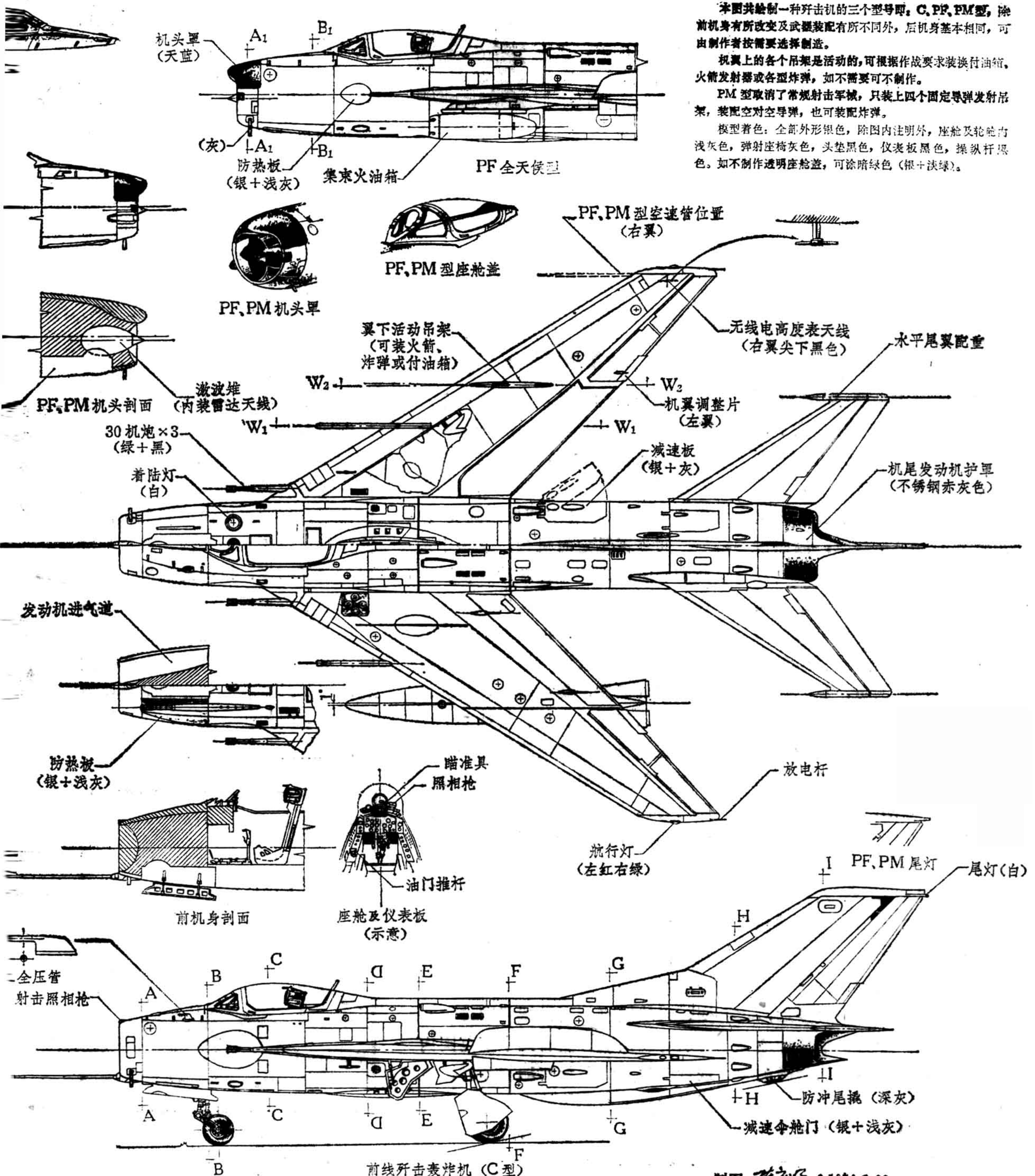
制作说明

本图共绘制一种歼击机的三个型号即：C、PF、PM型，除前机身有所改变及武器装配有所不同外，后机身基本相同，可由制作者按需要选择制造。

机翼上的各个吊架是活动的，可根据作战要求装换付油箱、火箭发射器或各型炸弹，如不需要可不制作。

PM 型取消了常规射击军械，只装上四个固定导弹发射吊架，装配空对空导弹，也可装配炸弹。

模型着色：全部外形银色，除图内注明外，座舱及轮舱内浅灰色，弹射座椅灰色，头垫黑色，仪表板黑色，操纵杆黑色。如不制作透明座舱盖，可涂暗绿色（银＋淡绿）。





徐业本

航行雷达是现代飞机上的重要导航设备之一，用来观察地形，探测雷雨、山峰，防止两机在空中相撞，以保证飞行安全。

风云突变，天空阴云密布，夜又渐渐深了。候机室中不少接亲友的人们正在耽心飞机能否按时抵达。忽然，跑道两侧的灯全亮了，一架大型客机破云而出，徐徐下降，平稳地在跑道上着陆。原来，民航机装有完善的导航设备，在这样黑夜复杂的气象条件下，能照常安全飞行。

在白天，在云层上空或穿云飞行时，视线被云挡住，看不见地面景物。在黑夜，在复杂的气象条件下飞行，舱外一片漆黑，更是什么都看不见。然而，在驾驶舱内，在航行雷达的显示屏上却清晰地显示出飞行前方的地形图象(封三)。显示屏上显示的图象虽然不如眼睛观察那样清楚，但用眼睛观察的距离毕竟是有限的，即便在能见度很好的情况下，也只能看十五六公里，再远就看不清楚了，而用雷达观察的距离却能达数十公里以上。在低空飞行时，对近距离的目标，有经验的飞行员能大约估计出有多远，但在高空飞行时，那就很难估计地面目标的距离，而雷达却能精确测出目标的距离和方位。由于雷达看得远，所以在雷达显示屏上能找到更多的参考地物，如江河、大桥、湖泊、城镇、工厂、海岸线等，来判断飞机飞到什么地方。

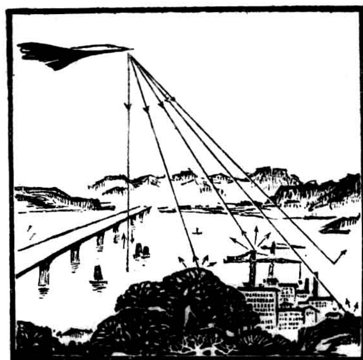
主要组成部分

航行雷达的基本作用原理与本刊第四期《空中交通管制》一文中介绍的一次雷达相同，它由同步器、发射机、接收机、天线和显示器等主要部分组成(参看本期封三画页)。

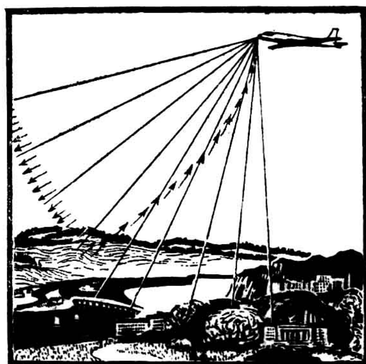
同步器是定时机构，是整个系统的心脏，产生触发脉冲，使雷达各部分同时开始工作。发射机用来产生高频脉冲波，由天线集成波束发射出去。接收机通过天线接收目标反射的回波，转换频率，放大，输入显示屏显示。航行雷达的天线安装在机首，外罩流线形保护罩，用来发射大功率高频脉冲和接收目标反射回波。发射的波束有扇形、圆锥形两种。为了保证发射电磁波的方向不受飞机的飞行姿态变化的影响，天线的俯仰和倾斜由陀螺稳定。这样，不论飞机爬升、下降或左右倾斜转弯时，天线始终保持水平位置或某一给定的俯仰角度不变。天线配有一套机械传动装置，可以对机头前方左右九十度范围内进行扫掠。当天线转动扫掠时，雷达显示屏上的扫描线也跟着同步转动。因此，当天线搜索到某一目标时，在显示屏上就立即显示出目标的方位和距离。天线还可以在一定范围(例如正负十度)内上下转动。通常，航行雷达显示器的扫描中心不在圆的中心，而是偏心的；偏心在显示屏的下部边缘，以便驾驶员观察机头前方目标。距离扫描线由扫描中心径向射出，在显示屏上进行扇形扫描。扫描速度和方向如上所述，与天线同步，在显示屏上扫描范围也是左右九十度。由于显示屏的余辉作用，如象电视机屏幕那样，可以连续呈现出机头前方目标的缩影。飞行员可以根据显示屏上的方位线和距离标志来判断目标的方位和距离。

观察地形

当用航行雷达观察地形时，使天线往下转动一定的角度，然后使天线左右来回转动发射扇形波束。航行雷达一般采用三厘米波段的波长，这种波长的电磁波的性质与光波接近。因此当电磁波照射江河或海洋时，由于水面平滑，就象光波照射镜子那样，以一定角度反射，所以除了垂直照射外，没有回波信号反射回天线。当电磁波照射地物时，由于地物粗糙不平，就产生散射，因此，总有一部分能量沿照射方向反射到天线(图一)。地物不同，散射的强度也就不同，比如工



图一　地物不同，对电磁波散射的强度也就不同。工厂建筑比森林田野散射的强度要大。当电磁波照射水面时，就象光波照射镜子那样产生反射。



图二　目标有远近之分：近处目标先把回波信号反射回来，远处目标的回波信号迟反射回来。

厂建筑比森林田野散射的强度要大。根据地物反射回波信号的强弱，在显示屏上呈现亮度不同的亮点，形成一幅明暗层次不同的地形图。海岸线最清楚，明暗界线分明；城市工厂比森林田野反射强，在显示屏上呈现出亮度就较亮。

目标有远近之分，近处目标先把回波信号反射回来，远处目标的回波信号迟反射回来(图二)。由于距离不同，同样的目标，近的反射强，远的反射弱。如果把这些回波信号未经处理就在显示屏上显示，强信号就掩盖弱信号，那就难以辨认清楚。为此，在航行雷达中采用了使天线的功率增益遵守余割平方关系的方向图形。当远方目标斜距增大，目标回波信号微弱时，天线工作于高增益的状态；当近目标强信号时，天线就处于低增益状态，从而使远近目标反射信号的强弱得到了适当补偿。这样，就使无论在远处或近处的目标，能够在显示屏上出现亮度相近的回波信号。飞行员借助于航行雷达，能清楚地观察飞行前方的地形，辨认地面的目标。观察地形只是航行雷达的一种用途，它还可用来探测山峰和雷雨，防止两机在空中相撞等。

判断山峰高度

在多山地区飞行时，必须正确判断山峰的高度，选择安全的飞行高度，尤其在黑夜和云中飞行时，更须注意山峰的高度。飞行员在用航行雷达观察地形时，可以发现前方有无高山，如果发现高山，就改变天线发射的波束，由扇形波束改换圆锥形波束。如封三所示，前方有两座山峰，都出现在显示屏上。随着飞机向前飞行，两座山峰越来越近。若在显示屏上规定十二公里为安全距离圈，山峰的亮点由距离较远的刻度逐渐下沉，至安全距离圈附近时，前山峰亮点变小变暗而终于消失，这说明前山峰高度低，飞机可以安全飞越。如果在安全距离圈内，后山峰的亮点继续出现，有撞山危险，那就必须立即爬高或绕飞。

防止飞机相撞

空中交通日益繁忙，有时在同一高度层中，可能有几架飞机在飞，由于飞行速度和方向不同，可能会发生相撞的危险。航行雷达可以用来防止两机相撞。如果在雷达显示屏上看到某一方位有一个亮点，一直以同一的角度轨迹接近，那就可能发生相撞，应当马上改变飞机的航向或高度(封三)。如果亮点移动的角度，随时在改变，那就表示不会相撞，可以保持原来的航向和高度继续飞行。

探测雷雨

航行雷达还有一个重要用途是探测雷雨。雷雨是飞行的大敌，在雷雨区内，气流急升急降。在某些剧烈的暴风雨中，垂直气流的速度有时可能达每小时五百公里以上。飞机进入上升气流区，被猛抬上去；一会儿进入下降气流区，又突然下降。飞机承受的过载，可能会远远超过飞机设计的安全系数，严重时使机体结构受到损毁，翼梁断裂，翼肋折断，机身扭歪，甚至发生肢解。因此，在飞行中如果遇到雷雨区，应当设法绕过避开。

航行雷达可用来发现前方的雷雨区，指出方位和距离。根据需要，作用距离，有的航行雷达可以选择五十、一百二十、二百八十公里；有的可选择五十、一百五十、三百浬。

在显示屏上发现雷雨云后，可以用航行雷达来测定云高和云厚。为此，使雷达天线上下转动，同时在显示屏上观察云层回波，当云层回波刚好消失，即可通过回波距离和天线的俯仰角度，近似地计算出云层相对飞机的高度和云层厚度。于是飞行员可以决定爬高越过云层还是绕飞。但有时因雷雨区可能占很大面积，飞机要绕过它，需要很长时间。

为了节省飞行时间，应使飞机避开雷雨中心强区，可在雷雨弱区中穿过。在雷雨中心降雨量较大地区，反射的信号也较大，在雷达接收机中有专设的“轮廓”效应线路，它把超过一定电平的较大信号，加以削波、反相，与原来的信号相减，因此，反而使强信号变弱，结果在显示屏上，在一片雷雨发亮区当中出现较黑暗部分——黑洞。飞行员在显示屏上看到黑洞，就能辨明这是雷雨中心危险区，应当立即选择安全航线，绕过危险区。

航行雷达也可用来测量地速和偏流角，虽然可以用测量更精确的多普勒雷达来担当此项任务，但目前仍有一些民航机保留此用途，使其发挥多功能的作用。

航行雷达还可在5～200公里范围内，根据地面雷达信标台在显示屏上所显示的方位和距离进行导航。

题图：王小飞　插图：吴　棣

激光准直仪

苏　禺

激光的方向性好、能量集中。激光准直仪是一种利用这些特点进行精确准直的仪器。目前，在大型设备安装、巨轮装配、造桥、筑路、开矿、铺设地下管道和开凿隧道等需要对准找直的工程中，都已经广泛采用激光准直仪。安装飞机型架也开始用激光准直仪进行准直。

开门办学好。天津大学精仪系师生，狠批了林彪一类骗子散布的唯心论的先验论，坚持以唯物论的反映论指导科研工作，深入工厂进行调查研究。他们在天津造船厂了解到安装万吨油轮尾轴用钢丝测量轮轴的同心度，劳动强度大，效率低，工人们迫切要求进行改革。师生们便和工人一起积极试制激光准直仪。样机试制成功后，他们又拿到船厂工地进行实地试测，结合生产实践不断进行改进，终于在不长时间内试制成功精度较高的激光准直仪，取得了可喜的成果。

这种激光准直仪，在安装飞机型架时也十分需要。

安装飞机型架

飞机壳体的大部分零件是铝合金薄板制成的，刚性比较小。要把这些数量众多，刚性较小的零件，迅速而准确地装配成各个部件：机翼、尾翼、机身，就必须分别在刚性好、使用方便的专用装配夹具，即型架上进行装配，才能保证获得正确的气动力外形。然后，把各个部件总装成整架飞机。不难看出，型架的安装精度直接影响飞机的装配质量。因此，在型架上所有接头定位器、控制飞机外形的卡板元件，都必须精确地安装。

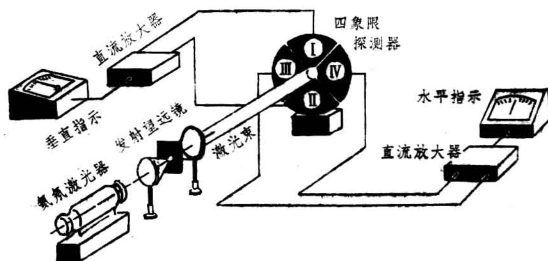
在飞机型架安装中，常使用准直望远镜来进行准直。这种方法的缺点是必须有一个人观看望远镜，另一个人根据前者的指令对型架的元件用手工进行调整，效率很低。当两个人距离较远时，联系就不方便，效率更低。而且，当测量距离增大时，准直望远镜的测量精度要大大降低。近年来，大型飞机型架的尺寸不断地增大，对型架安装精度的要求也在不断地提高，用原有的光学仪器就不能满足要求了。随着激光技术的发展，人们试制成功了用激光准直仪安装型架，而后又发展了用激光准直的型架自动安装机。这样，工人按动电钮操纵安装机使型架元件初步定位后，进一步精确定位就可以完全自动地进行。下面简单地介绍一下激光准直仪的原理和结构。

原理和结构

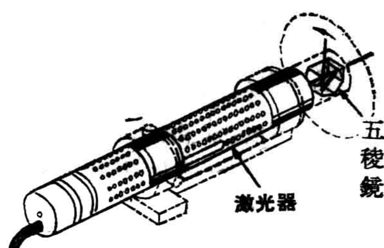
最简单的激光准直仪由发射装置和接收装置两部分所组成。发射装置一般包括氦氖气体激光器、激光电源和发射望远镜；接收装置包括光电目标和指示器（图一）。

氦氖气体激光器连续发射出波长为六千三百二十八埃的红色光束，经过望远镜后变为直径约十毫米左右的光束。光束横断面上的光能量分布，在相当远的距离内，保持不变，因此光能量分布中心的联线可以构成一条理想的直线，这便是激光准直仪的基准线。激光光束的发散角很小，如为零点五毫弧度，到一公里远处，光斑的大小也只有五十厘米。使用望远镜的目的是压缩发散角，同时使光束直径增大。假如望远镜放大倍率为十倍，那就能使光束发散角减小为十分之一，从而可以大大提高准直的精度。

接收装置中的关键部件是光电目标，它把光信号转换为电信号。最常用的是四象限光电目标，它由上下左右对称安置的四块硅光电池组成。在制作中，可以把一整块圆形硅光电池，用腐蚀法刻划成上下左右等分的四块。每块硅片都分别焊上导线，上下为一对，左右为另一对，用导线按相反极性连接后再接入指示放大器中。上下一对硅光电池用来测量垂直方向的偏差，左右一对用来测量水平方向的偏差。把光电目标对着激光光束，如果目标中心与光束中心相重合，则上下和左右成对的硅光电池接受的激光强度相等，输出电压也就相等，由于极性相反，相互抵销，结果没有电压输入指示放大器，电表指针指零。如果



图一　激光准直仪的原理图



图二 激光器前端套上五棱镜，使激光分成两路，一部分折射九十度，一部分直射通过。

光电目标的中心偏离光束中心，上下或左右两块硅光电池输出的电压就不一样，就有相应的偏差信号输入指示放大器，使电表指针偏移。光电目标的直线偏差越大，指针偏移量也越大。因此，可以根据指针的偏移量来进行精确的调整，使型架上各个定位件，比如说卡板，都对准在一条直线上。

找直的问题看来解决了，但还没有完全解决。不但要求对准一条直线，而且要定出垂直于此直线的平面，使型架卡板保持在此垂直面内，才算完全达到对准找直的目的。怎么办？也可以利用激光器，只要在它的前端加一个五棱镜，就能使激光光束分成两路，一部分直射，一部分折射九十度，转动这个五棱镜，就可以使光束扫描出一个垂直平面（图二）。这样，我们就可以把光束扫出的垂直平面作为基准来确定卡板的垂直平面位置。

图三是用激光准直仪安装飞机型架的一个实例，工人一面看着指示放大器的电表，一面对卡板的位置进行调整。型架的纵向有两个激光器发射两道红色光束，卡板上有两个对应的光电目标，工人根据电表指示的偏移量调整卡板的位置，使光电目标的中心对准激光光束中心，这样就把卡板调整到准确的位置。在型架旁边的激光器装上五棱镜头，使部分激光折射九十度，扫出一个垂直平面；在卡板侧面上也相应地安放了光电目标，用以调整卡板的垂直平面位置。

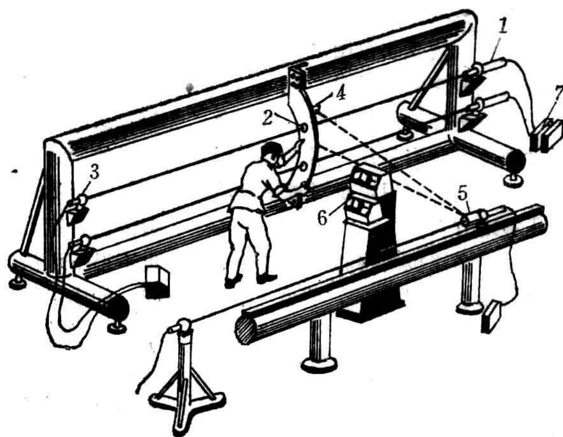
使用特点

与使用准直望远镜相比，激光准直仪有下列特点：一、激光器发出的是可见的红色光，在空间很容易寻找，安装型架元件时初定位较快，一个人也能进行操作。对工人技术熟练程度的要求也较低。二、光电目标偏离激光光束的水平和垂直方向的偏差，是用灵敏度高的电表指示的，所以定位精确而迅速。三、在距离长的情况下，激光准直仪的测量精度要比准直望远镜高，所以在安装大型飞机的型架中更加显得优越。例如，在安装三十六米长的机翼型架中，激光准直仪准直精度可达到小于零点二五毫米。四、输出的是与偏离量成比例的电信号，可以通过放大器进行放大，以控制伺服机构自动地进行调整，这十分有利于型架的自动安装定位。

我国工人阶级坚持贯彻党的独立自主、自力更生的方针，不仅制造了质量优良的激光准直仪，而且已初步试制成功了用激光准直的型架自动安装机。

激光准直仪目前存在的主要问题是氦氖气体激光器的寿命短，输出光的方向对温度变化敏感。而且激光光束在空气中传播要受气流变化的影响。温度有变化，就会引起激光谐振腔的材料发生胀缩，也就使谐振腔两端反射镜的位置发生变动，结果导致光束中心位置随着时间而偏离。（关于激光器的结构，请参看本刊第三期《激光》一文。）为了提高准直的精度，一方面要从改进激光器本身着手，提高其使用寿命；另一方面采取绝热和人工控制散热等措施，使激光准直仪成为一个热稳定系统，以保持激光谐振腔的几何尺寸稳定，从而减小光束中心的偏离。可以预计，经过不断改进，激光准直仪将会更广泛地用于各项需要准直的工程中。

·梁 先插图·



图三 用激光准直仪安装型架。
1.激光器； 2.光电目标； 3.球体光电目标； 4.卡板侧面光电目标； 5.套上五棱镜的激光器； 6.指示放大器； 7.电源箱。

军用飞机的生存力



陈滨才

武器是战争的重要的因素，但不是决定的因素，决定的因素是人不是物。

所谓军用飞机的生存力是指飞机预防或者受到敌方武器攻击的情况下飞机执行作战任务的能力。

军用飞机的生存力是一项内容极其丰富的课题。首要的，第一位的是发挥人的主观能动性。除此而外，提高军用飞机生存力还有如下几条途径：

1. 在战术上，要做到知己知彼，即不断研究敌方战术，并采取相应对策。

2. 提高飞机的战术技术性能，即改善速度特性和垂直与水平机动特性。这样，必要时可以回避敌方防空手段的攻击。

3. 加强火力。例如：装备能在敌方防空火力杀伤范围之外，实施攻击的远距空对地导弹。

4. 改进探测系统性能，以便及时发现敌方防空系统，用火力摧毁或进行压制。采用电子对抗手段，防止被对方发觉。

5. 提高飞机结构和人员禁受来袭兵器杀伤的能力。

人是决定的因素

飞机是战争的重要武器之一。飞机要靠人去驾驶才能作战。在毛主席正确的军事路线指引下，在毛泽东思想的哺育下，我空军战士具有为党为人民的赤胆忠心，无坚不摧的英雄气概，使勇敢与技术相结合，战术与技术相结合，履险若夷，机智巧妙地打击敌人，这是军用飞机作战的最大生存力。

例如，在一九五〇年底开始的三年抗美援朝战争中，我年青的志愿军空军遵循毛主席**“在战略上我们要藐视一切敌人，在战术上我们要重视一切敌人”、“从战争学习战争”**等教导，经过短期训练，就给自夸“强大”的、有作战经验的侵朝美帝空军以沉重的打击，有数百名美国飞贼被击落，击毁、击伤了很多敌机，出现了无数的英雄事迹。志愿军空军某部飞行大队创造了一连击落、击伤敌机十五架，自己没有损失的光辉战迹；贫农出身的志愿军飞行员张积慧只飞过一百多小时，却击落了飞过两三千小时、在第二次世界大战中出动过二百六十六次的所谓美国的“空中英雄”、“王牌”飞行员戴维斯，就是其中的典型范例。连当时美帝的空军参谋长也不得不承认：“中国几乎在一夜之间，就成了世界上的主要空军强国之一”。抗美援朝战争中的空战再次证明，用毛泽东思想武装起来的飞行员，不仅能够很快地掌握现代技术装备，而且能够胜利地经受住与任何强大敌人作战的考验。

一九五八年，我空军部队奉命参加东南沿海对敌斗争，配合兄弟部队打击美蒋在台湾海峡的挑衅活动，打了许多出色的空战。如不朽的空军战士杜凤瑞，是在敌众我寡十分悬殊的条件下单机闯入敌阵，英勇战斗、奋不顾身，不仅支援了战友，使整个编队转危为安，而且还击落敌机两架，充分表现了高度忘我的共产主义风格。

无数的事例证明了：**“武器是战争的重要的因素，但不是决定的因素，决定的因素是人不是物。”**

从研制阶段考虑

研制军用机时，应将生存力作为重要的问题之一来考虑，并且与技术要求结合起来。这样，有可能只付出很少代价或不付出代价就能使飞机的生存力大大提高。

对生存力的考虑，与机种有密切关系。

例如，研制对地面部队进行直接支援的攻击机时，把生存力作为对该机种的主要技术要求可能是合适的。因为，若飞机在首次攻击时就被击落，则留空时间、大量的炸弹都是毫无用处的。为了提高经受地面火力的攻击而能完成任务的能力，有些国家考虑对该机种的驾驶舱装甲、对所有关键部件和系统采取特殊的保护措施，采用防爆和双套系统，手动的备份飞行控制系统等。

对于进行空中格斗的战斗机来说，其主要任务是空中格斗，以夺取和保持制空权，因而其主要技术要求是机动性好，近战火力强。所以，应力求飞机轻巧，推重比大，翼载荷小，飞行和转弯灵活，使对方的武器难以捕捉，保存自己，歼灭敌人。

在飞机部件和系统的具体安排上，除了战术使用性能、维护性能和飞行保证等而外，也必须把生存力视为重要的课题之一。不要将飞行操纵液压管路挤在一起，这些部位被强爆炸力弹头击中将使全部液

压系统失效，导致整架飞机损坏。热空气管路应与可能渗漏的燃油管路隔离，以免着火燃烧……等。

在美帝F-105飞机上，主液压操纵系统和应急液压操纵系统位置不仅靠近蒙皮，而且彼此相距很近，即使被枪弹或小块弹片击中，都可能同时引起两套系统失灵，使飞机失去控制。这是系统设计中，没注意考虑生存力的一个例子。

除以上所述而外，下面再谈一谈提高军用飞机作战生存力的几项具体措施。

燃油系统

燃油箱及其管路约占易损面积的一半到三分之二。没有采取适当措施的燃油系统，那怕是被一小块弹片击中，都可能出故障，因而提高燃油系统的作战生存力是非常关键的。通常采取的措施有以下几种：

自行消除弹孔 预防燃油外流，从而提高作战生存力。

实践证明，已往采用自封材料，即人们所熟悉的"膨胀橡胶"，给油箱包保护层的办法，效果并不十分理想。如果采用多层尼龙网加强的特殊结构塑料来制造油箱壁，则效果可能要好得多。在这种结构中，可采用环氧树脂做粘合剂。当油箱壁被弹片击中时，流出的燃油使塑料变软，随之自行弥合。

采用三层壁的油箱 这种油箱自行消除弹孔，也是一种比较有效的办法。油箱壁里、面的两层之间充填一种在燃油作用下可以凝结的物质。油箱壁采用高粘度物质制成。这样，弹孔的大小一般不会超过击穿物本身的尺寸。当弹片击中时，外层壁变形，吸收部分冲击载荷，外流燃油与可凝结物质相互作用，将弹孔弥合。

预防燃油起火和爆炸 也可以提高燃油箱的生存力。

采用惰性气体（例如氮）预先控制住起火源，使其局部化，然后用灭火剂扑火。此法有两个主要难点：其一，惰性气体会从弹孔很快跑掉；其二，研制感受起火源的惯性敏感元件相当困难。

减小汽化度 可以减少燃油起火的可能性。

在燃油中添加能使燃油凝胶化的各种添加剂。这样做不仅可以降低汽化度，从而减少燃油起火的可能性，同时也可以减慢燃油外流速度，便于处理。然而，这样做也有不利的一面：添加剂会污染燃油系统部件，改变其工作特性。

充填泡沫塑料 把聚氨基甲酸脂松孔泡沫塑料块装在燃油箱内，能有效地控制住火焰的传播。

此外，提高燃油系统作战生存力的途径还有一些，例如：采用乳化燃油，设计油箱时，尽量离开发火源，等等。

操纵系统

相对来讲，飞机操纵系统占易损面积的比例不大。然而，操纵系统的分布位置通常靠近蒙皮，并且本身也很脆弱，不仅可以被子弹、弹片所损伤，甚至也可能被目标破片毁伤，所以提高操纵系统生存力也是很重要的。常用的措施有：

采用复式设备 采用复式操纵系统通常比给操纵系统装甲优越。单从重量方面来看，操纵系统装甲要比复式操纵系统重好几倍。

在国外新研制的F-15战斗机上，为了提高操纵系统作战生存力，发动机和进气道的传感器皆能"身兼两职"，即假如其中一个传感器失灵，另一个能同时为两者提供必要的数据。操纵系统规定为四套。

采用电气操纵线系 用以取代操纵机构与液压助力器之间的机械连杆。这样不但重量轻，而且工作可靠，生存力强。

采用姿态保持机械装置 当飞机操纵系统失灵时，这种装置便开始工作。它可以将全动尾翼固定在保持水平飞行的位置上，使飞机飞回基地。在紧急情况下，也可以由飞行员操纵。

防护装甲

对于至关重要的结构部件（例如：油路、重要的发动机组件、飞行员座舱等）实施装甲，可以提高飞机作战生存力。这是一种比较常见的方法。例如：在A-7飞机上，有150～200公斤重的，由12.7毫米厚的铝板和9.5毫米厚的钢板所组成的装甲；在CH-47运输型直升机上，有九百公斤重的可拆卸装甲。一般分双层、多层装甲两种。

双层装甲 外层是由具有高冲击韧性的陶瓷制成，内层是由弹性玻璃纤维制成。当弹片击中时，陶瓷碎成许多微小的颗粒，吸收部分动能。这些陶瓷微粒冲向内层，在这股压力作用下，内层变形，吸收冲击能量。

多层装甲 美帝在侵越战争中，曾使用过多层塑料陶瓷板装甲。常见的为五层：可破碎的外层防护层、陶瓷防护层、粘合剂和加强塑料布底层等。

目前，有的国家不但给飞机上的重要系统装甲，而且正在探索采用多层蒙皮，给所有内部舱进行屏蔽的可能性。

关于屏蔽的设计思想

一些极为重要的部件，诸如：燃油泵与滑油泵、操纵系统中的电动机等，可以用某些不十分重要的构件为之屏蔽。例如：可把滑油系统组件布置在发动机内部。

在某些情况下，可把一些重要的部件集中到一个舱中，然后对该舱加以屏蔽。这样做也有缺点，即不容易检拆。

题图设计：温承诚



雏　鹰　展　翅

——记上海市一九七四年全市中小学航模比赛

赵　世　金

在毛主席革命路线指引下，在批林批孔运动普及、深入、持久开展的大好形势下，共青团上海市委员会和有关单位举办的全市中小学航模比赛于八月二十三日至二十五日在龙华机场举行。

参加比赛的有四十一所中学和二十九所小学，共有三百七十名男女运动员，这些运动员都是各区比赛的基础上选出来的。比赛的项目有：简易直升模型飞机、弹射模型滑翔机、一级牵引模型滑翔机、一级橡筋动力模型飞机、一级线操纵特技模型飞机和一级无线电操纵模型飞机。

在毛主席革命路线指引下，上海市的航模活动在中小学里普遍开展起来。各级领导很重视，通过这一科技活动丰富了学生的课余生活，占领校外阵地。赛前各区分别召开了现场会、学习班，举办了“友谊第一，比赛第二”和我国航空事业发展大好形势的报告，使同学们受到一次思想和路线方面的教育。

这次比赛是对上海市中小学开展航模活动的一次检阅。通过比赛交流思想工作、交流工作经验、交流辅导方法，进一步推动全市中小学课余航模活动的开展。使学生德、智、体全面发展。

运动员们赛前认真准备、反复实践。比赛时互相学习，共同研究，有了问题他们就向辅导老师和老运动员们请教、学习，老运动员们毫无保留地、手把手的教。今年参加比赛的女同学比去年多，她们和男同学一样，在比赛场地上往返奔波，积极做准备工作和练习。有的女同学不仅能掌握线操纵特技模型飞机，而且还能掌握无线电操纵模型飞机。

今年比赛项目较去年多，中学组增加了无线电操纵模型飞机，这些项目过去多数学校没搞过，小运动员们初次搞，而且又遇到了资料、材料、技术力量等多方面困难，但他们并没有被困难吓倒。他们狠批了林彪孔老二的“生而知之”的“天才论”。自己创造条件，迎着困难上，没有图纸就去图书馆翻阅资料，并在实践中对过去的旧图纸进行了重大改进；没有桐木材料就用层板代替；有不懂的技术就虚心向老运动员和有经验的同志学习。比赛时遇到了四、五级风，这对放飞经验不多的运动员是个考验，但是运动员们赛前认真准备，仔细检查，比赛时沉着，稳健的操纵模型飞机，把飞机送上了蓝天，普遍取得了很好的成绩，博得广大师生的赞扬。

比赛成绩的评定分小学组团体（简易直升模型飞机和弹射模型滑翔机）。中学组团体（简易直升、弹射、牵引和橡筋动力模型飞机）。一级线操纵和一级无线电操纵模型飞机评个人单项成绩。由于运动员认真学习，精心操作，获得了比去年好的成绩。嘉陵中学获得中学组团体第一名；紫云路小学获得小学组团体第一名。一级线操纵特技模型



看！牵引模型滑翔机在天空翱翔　　刘明浪速写

飞机成绩：光新路二小沙明华获小学组第一名；零陵中学金伟如获中学组第一名。南洋中学获得一级无线电操纵模型飞机第一名。另外，中小学组均打破了去年的弹射模型滑翔机的纪录。各项成绩飞得满分的比去年增加很多。这是无产阶级文化大革命以来，特别是批林批孔运动以来取得的好成绩。

比赛自始至终洋溢着“友谊第一，比赛第二”的气氛。不管那个队飞出了好成绩，运动员们都为他们鼓掌表示祝贺。若有的单位没飞好，兄弟队的同志们都来帮助分析原因，有的送来橡筋，有的送来了器材和工具等，很快排除故障，继续参加比赛。有的运动员在追找模型飞机时，往往由于自己的模型飞机乘上升气流飞出了视界没能找到，却找到兄弟队的小飞机，运动员们知道小飞机能飞这么远，性能是很好的，应当送还失主。他们精心保护好模型飞机，并及时送交大会指挥部，找到了飞机的主人，博得大家的好评。为了能使更多的人在比赛时得到锻炼，有的运动员主动要求当副手，为同伴认真的做好准备工作，同伴飞出了好成绩他们为之祝贺，他们说成绩的取得不是某个人的，而是集体的。负责航模活动的老师，平时和同学们一起学习，交换思想，耐心辅导，自己有不懂的技术问题虚心向同学们学习。比赛时和同学们一样奔波于机场，既要辅导同学们飞好，还要照顾好同学们的生活，使同学们很受感动。辅导老师们为了让同学们开展好这一科技活动花费了很多时间，想了很多办法。

这次比赛是一次交流思想，交流经验，交流技术的盛会，通过这次比赛，为上海市中小学生更加广泛、普及的开展航模活动打下了良好基础。

题图：李 加

小将不畏难 银燕翱长空

——沈阳市铁西区中小学开展航模活动情况

沈阳市铁西区教育局报道组

沈阳市铁西区航模活动是在文化大革命中开展起来的。在毛主席革命路线指引下，在批林批孔深入发展的大好形势下，这一活动开展得更加朝气蓬勃。

六月下旬，沈阳市铁西区体委、团区委、区校外教育办公室、区教育局联合主办了一次中小学航空模型比赛，参加比赛的有这个区的十四所中小学，十六个代表队，共有一百二十名运动员。会上进行了弹射模型飞机、线操纵特技模型飞机、飞盘和无线电操纵靶机的竞赛和表演，受到全区革命师生的热烈欢迎。

铁西区群众性的航模活动是在无产阶级文化大革命中逐步开展起来的，是开门办学的一个丰硕成果。开始只在一个中学里开展，有几十名同学参加，现在已经普及到全区二十多所中小学，几百人参加。

铁西区开展航模活动的经验有三条。第一，领导重视，把航模活动作为转变学生思想，实行开门办学的有利措施来抓。他们认为，航模活动内容比较丰富，适合青少年学生的特点和兴趣。不仅能活跃学生课余生活，占领校外阵地，而且能促进社会主义文化课的学习，有助于树立保卫祖国、建设祖国的远大志向，有利于转变学生思想，促进理论联系实际，全面落实党的教育方针，所以区教育局设专人抓这项工作，许多学校的领导亲自抓。全区还多次召开小型航模训练班培养骨干，举办航模知识讲座，并召开了两次全区性的航模比赛，有力地推动了这项活动的普及和提高。

第二，狠批林彪、孔老二鼓吹的“天才论”，坚持“实践出真知”，反复实践，不断提高。开始，不少学生对搞航模感到很神秘，害怕搞不了。学校党支部引导大家狠批反动的“天才论”，树立做科学主人的革命雄心。使广大学生认识到，一切科学文化知识都是劳动人民创造的，是斗争实践中产生的。只要敢于实践，飞机上天并不难。现在不仅许多男同学参加了这个活动，女同学也有不少成为这项活动的积极分子，不仅许多中学生参加，小学也有许多同学积极参加了航模的制作。政治思想路线正确了，革命积极性和聪明才智也就充分发挥出来。做航模一般要用桐木，没有怎么办？革命小将就用松木板磨成薄片，制成模型飞机上了天。他们还虚心地向工农兵请教，向懂得航模知识的同志请教，努力学习有关航空知识和力学理论，真正达到理论与实践的结合。

第三，依靠工农兵，广泛取得社会的支持。在航模活动的大力普及和广泛开展中，遇到了材料和技术上的困难，他们就依靠工农兵的支持和帮助。他们走访了沈阳市的造纸厂、油漆厂、木材厂等三十多个单位，得到了工人师傅的积极支援。沈阳市体委和解放军部队还派了专人到校进行技术辅导。

目前，铁西区通过全区航模比赛，认真总结经验，决心在毛主席革命路线指引下，使航模活动更加普及地开展起来。



高空缺氧的威胁

陈芝村

氧气对几乎所有生命过程都是必不可少的。氧气不足，人的生理机能就要遭到破坏，没有氧气人就不能生存。

早在一八七五年，曾有三个法国人驾驶气球进行了一次高空飞行，那时人们还没有认识高空缺氧的危险。当气球升到八公里以上高度后，这三个探险者先后全部昏倒了。在气球瘪气自己掉下来时，其中的一个人苏醒过来，但另外两个人因严重缺氧而死亡。这一百年前血的教训是人类认识高空缺氧威胁的开始。

一百年以后的今天，航空科学的实践已使现代飞机自由翱翔在二十到三十公里高空。特别是近十几年火箭技术的发展，已实现了在几百公里高度上围绕地球的短期和长期航天飞行。并已能摆脱了地心引力的束缚进行往返月球的航行了。这说明除了人类在航空工程上有了突飞猛进的发展外，相应地也是人们在克服高空缺氧威胁及其他航空航天医学上取得了重大进展。

高空缺氧

大气象一条棉毯一样从周围严密地包围着地球，我们生活在这厚厚一层大气的底部，没有空气，人类就不可能生存。

空气是由各种气体混合组成的，其中最主要的气体是氧和氮。在大气中，百分之二十一是氧，百分之七十八是氮，于是其余的气体便很稀少了。对人类最重要的气体是氧。

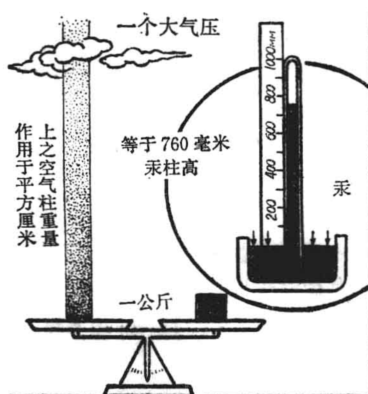
空气向上伸展很高。它的上面没有明确的边界，而只是在空间中变得越来越稀薄而已，但是，无论近地面稠密的空气或上层稀薄空气，它们的组成成份是大致一样的。

大气是有重量的，因此能使地面受到压力。在海平面上大气对每平方厘米面积施加的平均压力约为一公斤，这也就是一平方厘米面积上的空气柱的重量。它也相当于七百六十毫米高的汞柱重量（见图一）。这位于海平面上的标准大气压力我们定它为一个大气压。

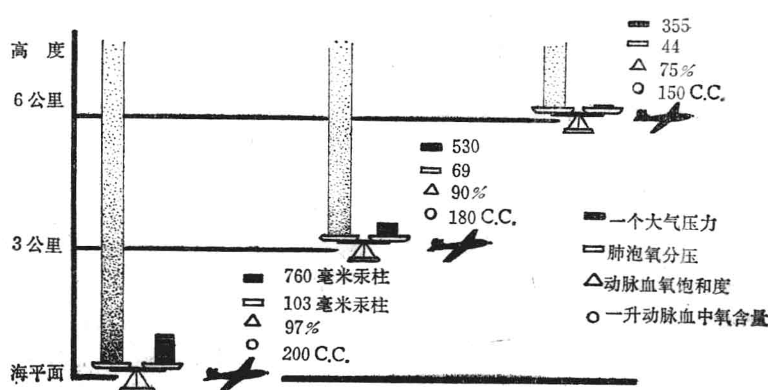
大气的压力是均等地向各个方向散布的。因此在海平面上的一切物体包括人体在内，都要受到每平方厘米上一公斤的压力。如果人体的表面积是二平方米，那么全身就要承受近二十吨的压力。因为这个压力是均匀分布在身体内外所有表面上，致使任一表面内外压力平衡，所以我们并无任何不舒服的感觉。

当我们飞到高空去测量一下大气压力，显然要比海平面上低得多。譬如五点七公里高度上的大气压只有海平面压力的一半，十六公里高度上的大气压只有海平面上的十分之一，三十二公里高度上的气压就只有地面的百分之一了（见图二）。这是由于高度越高空气密度越小，大气顶端到该高度的厚度越薄，因而在该高度以上空气柱的重量越轻。

氧气在空气中占有固定的成份，高空空气稀薄，相应地氧气密度也很小；高空大气压力很低，那么其中由于氧气构成的那部分压力也相应按比例减低。这部分由于氧气构成的压力称之为氧分压。氧分



图一　海平面上的大气压力



图二　大气压力等参数随高度的变化

压的值等于大气压力乘上百分之二十一，在海平面上氧分压为一百五十九毫米汞柱高。到高空就随着高空大气压的减低而相应减小。高空氧分压的下降是构成高空缺氧的主要因素。

氧分压减少的威胁

我们每时每刻都在通过肺部吸入氧气排出二氧化碳。吸气时进入人体的氧气最后经小支气管到达肺泡(见图三)。肺泡很小，直径约为0.1～0.4毫米；数量很多，估计有几百万个；加在一起的表面积很大，总计为八十到一百平方米；肺泡壁很薄，只有0.0005毫米。这就为气体的通过创造了条件。

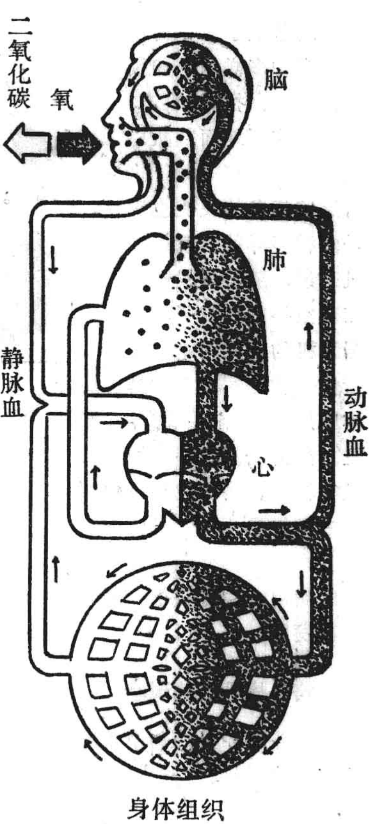
气体是最善于扩散的，扩散的方向主要依靠它的分压差，即从分压高的地方向分压低的地方扩散，直到两处的分压相等为止。

我们生活在地面时，大气中氧分压高达一百五十九毫米汞柱，就是进到肺部与肺里的水蒸汽和其他剩留气体混合后，肺泡气中氧分压还高达一百零三毫米汞柱。而这时来自心脏的肺毛细血管中静脉血的氧分压只有四十毫米汞柱，于是氧气就可以透过肺泡壁扩散到肺毛细血管。进到肺毛细血管的氧气，其中少部分成溶解状态，而绝大部分与红血球里的血红蛋白疏松地结合起来变为氧合血红蛋白。这血红蛋白正象一个运转船队，载上氧气，随着血液又流回心脏，再经心脏有力的搏动，经全身的动脉管道输送到全身各部位(见图四)。在到达目的地后，氧气又与血红蛋白解离，成为溶解状态的氧气扩散到各个细胞。这时血红蛋白成为还原状态，经静脉返回心脏，反复执行其输送氧气的任务。

血红蛋白运输氧气的量决定于氧气在肺泡壁的扩散程度。当吸入气中氧分压高的时候，它就满载运输，当吸入气中氧分压低的时候，它装不满就开走了。这在医学上就叫血氧饱和度。通常用它来表示人体能从外界获得氧量多少的程度。

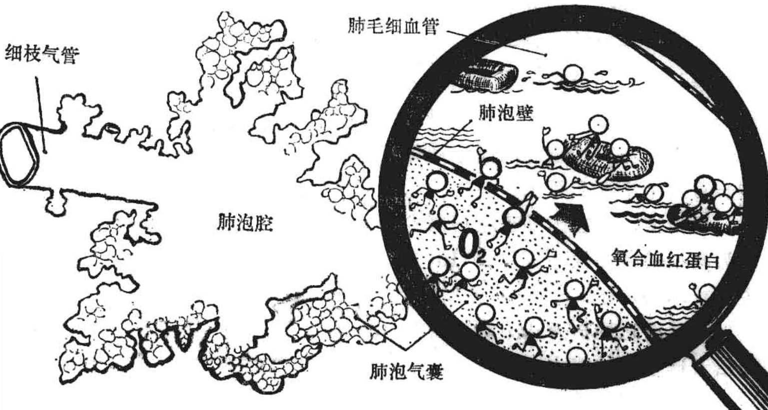
高度(公里)	大气压力(毫米汞柱)	大气氧分压(毫米汞柱)	肺泡氧分压(毫米汞柱)
0	760	159	103
2	596	125	79
4	462	98	60
6	354	74	44
8	267	56	32
10	199	41	22
12	145	30	14
14	106	22	8
16	78	16	3
20	41	9	0
25	19	4	0
30	9	2	0

表：肺泡氧分压随高度的变化



图四　氧气在体内的输送

当我们飞到高空的时候，大气氧分压降低了，肺泡气中氧分压就更低了。在二公里高度上肺泡气氧分压降到七十九毫米汞柱，到六公里高度上则降低到四十四毫米汞柱。这时肺泡气氧分压比静脉血中剩留氧气所占有的氧分压高不了多少，因而影响了氧气从肺泡壁向肺毛细血管的正常扩散，没有足够的氧气进到肺毛细血管，红血蛋白就只能空载运输，从而使人体各部位由于缺氧而丧失机能，以致严重引起组织死亡。因此，大气氧分压的降低是高空安全飞行的最大威胁，也是航空供氧仪表设计的生理依据，是航空医学研究的重要课题。



图三　肺泡及氧气向肺毛细血管的扩散

题图：王国伦　插图：李　加

格斗战斗机的发展

沈　飞

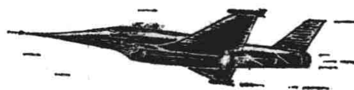
长期以来，不少人认为，用于空战的战斗机速度越快越好，其实不一定。在速度较低的时候，提高速度是主要的，当速度快到一定的程度以后，机动性便上升为主要矛盾了。本文在介绍格斗战斗机的功用、性能要求、现状及发展中，着重分析了格斗战斗机速度和机动性的关系。

战争赋予空军的任务是多种多样的，如轰炸、侦察、拦截、攻击、掩护与支援地面部队以及争夺制空权等等，执行这些任务的飞机也应是多种多样的。就战斗机来说，随着作战需要和航空技术的发展，根据飞机的主要用途、飞行性能和在军事上的具体应用，有格斗战斗机、截击机、战斗轰炸机等种类。格斗战斗机也叫空中优势战斗机（见图一）。

本文仅仅介绍格斗战斗机的功用、性能要求、现状及其发展。

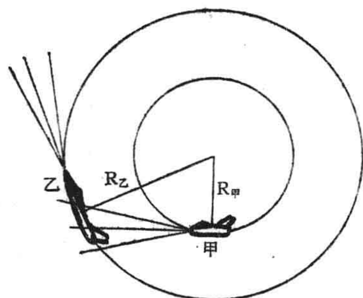
格斗战斗机的现状

格斗战斗机的功用是同敌方战斗机进行空中格斗，以夺取和保持制空权。顺便说明一下，现在，我们通常指的歼击机，一般兼有格斗战斗机和截击机的特点，也就是说，既能进行空战，夺取制空权，也能截击敌方轰炸机。对格斗战斗机突出的要求是高速度、大高度、机动性好和近战火力强。所谓机动性就是飞机改变高度、飞行速度和方向的能力，主要是指垂直面内的爬升性能、水平面内的盘旋性能以及水平加速性能等。对格斗战斗机其它性能也要有所兼顾，如：应有适当的航程；飞行员的视界要好；具有短距起落的能力以及使用维护要简单可靠等等。



图一　格斗战斗机YF-16

当前格斗战斗机的最大飞行速度一般为音速的两倍至两点五倍，（也就是M数为2～2.5）；升限一般为一万七千米至二万一千米；最大航程（带副油箱）一般为三千公里左右；海平面爬升率一般在每秒一百五十米左右，较好的能达到每秒一百八十米至二百米。



图二　格斗中的盘旋

据报道，现在国外正在研制的较为典型的格斗战斗机 YF-16 的主要技术要求是：

1. 具有达到一万八千米高度和两倍音速速度的能力；

2. 在高度九千米，由M数0.9加速到M数1.5所需的时间应在一分钟以内；

3. 在高度一万二千米，M数1.5应能作急剧的盘旋动作；

4. 重量较轻，总重在十吨以内；

5. 尽量采用新的设计概念和方法，提高空战性能；

6. 飞机价格便宜等。

格斗战斗机的发展

在未来的战争中，对格斗战斗机的性能有什么要求呢？通过六十年代以来越南的抗美救国战争、阿拉伯国家反击以色列侵略的战争和巴基斯坦同印度的战争，国外对战斗机当前盛行的看法是：格斗战斗机的作战对象首先是战斗机，其次才是轰炸机；在目前的两倍音速左右的速度性能条件下，改善其机动性比提高速度更重要；在武器方面，不仅要导弹，机炮也是必不可少的；空中格斗并未过时，而且战斗机的首要任务是同敌方战斗机进行空中格斗，以夺取制空权。

一、速度和机动性

从越南战争、阿以战争和印巴战争来看，双方战斗机空战通常都是在一方进行袭击，另一方进行截

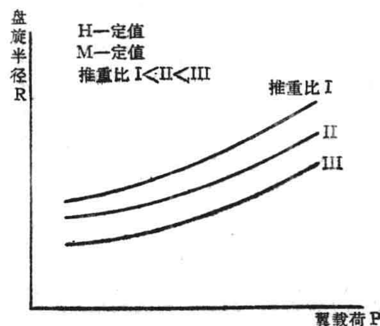


图　三

盘旋半径随翼载荷变化的曲线

击时展开的。战斗机之间交锋约在一千米到三千米高度上。如印度空军的米格-21飞机虽具有两倍音速的速度，但在中低空格斗时，机动性不如巴基斯坦空军的跨音速战斗机好，往往处于被动挨打的地位。在十四天的空战中，印度空军飞机被巴基斯坦空军飞机击落，占印度飞机损失总数的一半还多。

在这些战争中，空战仍然是按第二次世界大战时的形式进行的，也就是尽可能地使飞机在对方飞机盘旋的内侧反复地盘旋（见图二），以待时机绕到对方后面实施攻击。当然也有变化，其中最明显的是导弹的出现。要避开导弹的攻击，利用飞机的盘旋能力，急剧地转弯就能甩开导弹的尾追。另外，半主动雷达引导的导弹从发射到命中，必须有母机雷达的跟踪，如果能避开母机雷达的跟踪就能躲避导弹的攻击。尽管现在有导弹和雷达，在图二所示的情况下，盘旋半径大的乙机也不能攻击盘旋半径小的甲机。

这几次战争的空战大都是用亚音速的格斗速度在中低空进行的。超过音速的速度只是用于进入战区、对轰炸机实施截击和退出战斗。因此，一般认为格斗战斗机有两倍音速左右的速度就可以了，突出的要求是在中低空高度上，音速附近的机动性能要好。

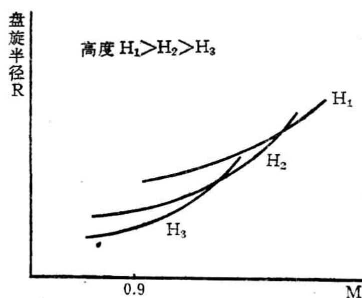


图 四

盘旋半径随飞行速度变化的曲线

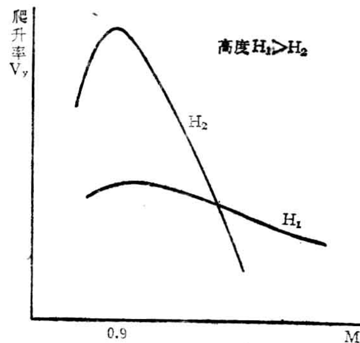


图 五

爬升率随飞行速度变化的曲线

用来表示格斗战斗机机动性能的主要指标，在垂直面上的是爬升率，也就是在一秒钟内能够上升多少米；在水平面上的是盘旋半径和盘旋过载系数。盘旋半径是指在一定速度和过载系数下转弯的半径。盘旋过载系数为有加速度作用时，物体所受的惯性力与正常时物体的重量之比，它是一个无名数，仅表示一个倍数，通常用几个“g”（或“G”）表示；加速性能用水平加速时间表示，也就是在一定高度上，由较低的速度加速到较高的速度所需要的时间。比如说在高度五千米，由每秒二百米的速度加速到每秒四百米的速度所需的时间为一分半钟。

近年来，出现了能量机动性的概念，即空战要求飞机必须具有的能量和机动性。将上述爬升率、盘旋半径和盘旋过载系数、加速性能等各种机动性能归结为飞机获得能量（位能和动能）的能力，并用剩余推力比把它定量地表示出来。剩余推力比就是发动机推力减去飞机阻力同飞机重量之比，其大小直接影响爬升率和加速性。

所谓机动性好，就是盘旋半径小，爬升率大和加速时间短。

由于盘旋半径和翼载荷（每平方米机翼面积上所承受的飞机重量）成正比，同速度的平方成正比，同最大升力系数成反比，所以要减小盘旋半径，必须降低翼载荷，增大最大升力系数和降低速度。如图三、图四所示。当然在实际情况下，由于飞机强度受一定限制，只能使翼载荷减小到一定程度。从结构上可采取一些增大最大升力系数的措施，但这也是很有限的。飞机的速度和盘旋半径的关系与骑自行车拐弯的道理一样。自行车骑得越快，转弯时转的圈就越大；如果骑得比较慢，转弯时转的圈就要小得多。此外，要减小盘旋半径，还须使战斗机尽量地承受较大的过载系数，而最大过载系数一般在M数0.9左右获得，所以也要求降低速度，一般以小于音速为宜。

爬升率和加速性同剩余推力比成正比。剩余推力比越大，爬升率越大，加速时间越短。爬升率随飞行速度变化曲线如图五所示。剩余推力比一般在M数0.9左右最大，如图六所示。

一方面，由于在音速附近，M数0.9左右，格斗战斗机具有最好的机动性能；另一方面，由于生理上的限制，目前认为飞行员所能承受的盘旋过载系数是5g，超过音速的格斗不但飞行员受不了，还会产生一些飞机操纵和安全方面的问题；再就是雷达和防空技术的发展，强击机和轰炸机大都采用低空

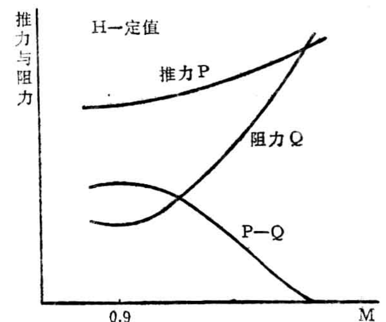


图 六

推力与阻力随飞行速度变化的曲线

突防的战术，战斗机为了掩护或者截击，也就必须在中低空活动。因此，格斗战斗机的发展都突出要求中低空高度上，音速附近的机动性能。

强调格斗战斗机的机动性，并不是说速度不重要，考虑进入战区，占据有利的作战位置，追击和退出战斗，两倍音速左右的最大速度还是需要的。速度仍然是格斗战斗机的一项重要性能，但不是唯一的。在已达到的速度性能水平条件下，改善机动性就变成了主要矛盾。因此，在强调格斗战斗机机动性能的同时，必须兼顾速度性能，妥善处理好这二者之间的关系。

二、火力配备

格斗战斗机的发展还强调近战火力强。现代的格斗战斗机不但带有导弹，而且也装有机炮。在追击速度性能较好的飞机时，导弹的作用比较明显，而机关炮则往往无能为力。但空战中，双方混战在一起时，导弹像长枪一样，就很难发挥作用了。而且，飞机也有可能摆脱导弹的攻击，所以格斗战斗机都装有机炮。目前国外强调发展大口径的多管炮，以提高射速，从而加大杀伤力。此外，还在研制用于空战的所谓"格斗导弹"。

"人类的历史，就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史"，"永远不会停止在一个水平上"。我们要重视历次战争的经验，但是不能局限于它，要看到发展。根据战争的种类和战略战术的不同，对战斗机性能的要求也不一样。如果能解决在超音速条件下飞机的机动性能问题和飞行员的生理限制等问题，在战术上需要的时候，格斗速度也有可能超过音速。总之，格斗战斗机还在发展中，有许多问题待研究解决。

题图：王国伦



喷气飞机的排气污染

陆　青

由于两个超级大国推行掠夺、侵略和扩张政策，争霸世界和空中海洋，以及垄断资本集团追求高额利润，不顾人民健康和安全，目前世界上许多地区正遭受愈来愈严重的污染威胁。其中喷气飞机排出废气的污染，也日益引起注意。

目前，"三废"（废气、废液和废料）已经成为资本主义世界各国，特别是工商业比较集中的西方大城市所面临的严重问题。"三废"中尤以废气这种公害最为严重。早在一九五二年十二月，英国伦敦上空就曾经连续四五天烟雾迷漫，经久不散，由于空气中含二氧化硫量过高，使市民的发病率和死亡率激增。今年七月，日本科学家发现空气污染的有害影响，已经使东京地区种植的蔬菜有的叶子变黄。工厂的烟囱和汽车排出的废气，在阳光的照射下，形成所谓光化烟雾，它对人体健康和植物生长，都有不良的影响。他们在有的蔬菜叶子上发现了空气污染所带来的臭氧和过氧乙酰硝酸盐，使蔬菜出现白点和空洞，从而使蔬菜叶子变黄了。

与其它污染源相比，特别是与汽车相比，目前喷气飞机的排气污染，占的比重还比较小，在美国约占空气总污染的百分之一左右。但是随着航空运输的发展，特别是大流量大推力发动机的应用，这种排气污染就会日趋严重。此外，它还可造成一个局部地区的严重污染。例如有的资本主义国家的机场拥挤不堪，起降的飞机造成密度相当集中的排气污染。

问题的提出

自从五十年代末，民用航空进入喷气时代以后，飞机在起飞着陆时所拖出的黑色烟柱特别引人注目，深为机场附近人们所厌恶。

美国洛杉矶市一九五九年发生过"烟迷眼"事件，当时因怀疑是航空发动机排气所造成的，迫使航空公司对此问题进行研究，要求其确定排气成分。经过一段时间的研究后才弄清，这种洛杉矶烟雾是由于碳氢化合物和二氧化氮在阳光（紫外线）作用下，产生的一种有刺激性的有机物形成的，其主要"罪魁"是汽车的排气。同时，也指出了喷气发动机排气中也有这两种污染物，所以它也是造成这种情况的污染源之一。

由此可见，喷气式飞机排气污染不仅是因为其烟柱之黑，其中有不少碳的微粒，会影响城市的整洁，而且更主要的是因为其中还有其它有害于人体健康和污染环境的物质。

有资料指出，现代喷气飞机上采用的燃气涡轮发动机的排气中，主要成分是二氧化碳和水蒸汽。在一般情况下它们并不影响大气层的环境，可以不算污染，但对在同温层飞行的超音速运输机来说，水蒸汽会对气候产生严重的影响，因而也应该说是污染了。除此以外，排气中还含有一氧化碳、氮的氧化物（主要是二氧化氮）、碳氢化合物（主要是未烧完的燃油）、微粒物质（主要是碳）和硫的氧化物（主要是二氧化硫）等各种污染物。除了上面已经谈到的碳氢化合物和二氧化氮能形成有刺激性的烟雾之外，一

氧化碳是有毒的，人肺吸收后会有生命危险；二氧化硫会使植物枯死，对人体也有害。

控制措施

喷气飞机排气污染在整个废气污染中所占比例虽然很小，但从其绝对量来看并不小，而且现在还在不断增长。以美国为例，一九六七年的实际污染量与一九七九年的估计污染量的比较，增长比例就很可观，参看表一。

可见，对于这么多的排气污染物不加控制是不行的。

由于影响排气污染物产生的因素是多种多样的，所以可以采取的改进措施也是多方面的。但总的说来可以从飞机使用和发动机结构这两个方面来考虑。

从飞机使用方面来说，所能采取的改进措施包括：

一、改进航空运输的交通管理秩序，减少飞机在地面耽搁的时间，因为飞机在发动机地面慢车状态下排气污染最为严重。

二、不要让飞机一架接一架地起飞，以免造成过分严重的局部污染。

三、规定适当的航空发动机排气污染极限，限制排气污染过分严重的飞机飞行，并把污染极限作为设计新发动机和飞机的一项指标，以促使排气污染进一步减少。例如美国加利福尼亚州鉴于排气污染的严重，规定了飞机过境必须遵守的污染极限，其数值可参看表二。

四、改用燃烧效率更高的燃料，或在燃料中放入有催化作用的添加剂。这对减少一氧化碳、碳的微粒和碳氢化合物有些效果，但有可能产生另外的污染物，或者影响发动机性能，甚至有危险性，所以用时要慎重。

上述措施虽有一定作用，但终究不是根本的解决办法，更主要的还是要从改进发动机燃烧室结构着手。目前国外在这方面所采取的措施主要有：

一、改用新式喷嘴。目前有蒸发管式喷嘴和气动雾化喷嘴两种。它们都是在喷嘴中引入高压空气，促使燃油预先雾化并且互相混合，从而可以提高燃烧效率，减少排气流中的一氧化碳和未烧完的碳氢化合物。

二、改进喷油技术。将环形燃烧室的喷嘴交错安置，使燃油均匀分布。采用分级供油，使主燃烧区在各种状态下都保持适中的油气比，以达到更高的燃烧效率。

三、改善燃烧室的气流分布。国外有的研究单位目前正在考虑用在扩压器壁上放气的方案来增加主燃烧区的气流量，以保持所要求的油气比，避免因富油燃烧而增加污染物。

四、喷水。这对高增压比发动机来说更为必要。因为高增压比发动机的燃烧室进口温度高，火焰温度相应也高，这就容易产生大量的氮的氧化物，而喷水可以降低温度但它有可能使燃烧不完全，从而使排气流中的一氧化碳和碳氢化合物增加。

此外，还可以采取改进飞机结构、飞机地面工作状态和飞行包线等办法。但由于有些影响因素是互相矛盾的，所以任何改进措施都可能带来副作用，采用时应权衡利弊。

表二　美国加州对喷气飞机排气污染规定的极限值

污染物体积（%）	1968年标准	1974年标准
一氧化碳	1.5	1.0
碳氢化合物	0.0275	0.0125
氮的氧化物		0.35

目前状况

国外从一九六五年开始制定和执行减少喷气飞机排烟计划以来，至今已取得了一定的成效。一方面是把减少污染作为发动机的一项设计指标，设计一些几乎无黑烟的新发动机，如美国的 JT9D、CF6 和英国的 RB211 等。另一方面则改进了现有的发动机，如美国用得很广的 JT8D 发动机，黑烟中微粒减少了百分之五十四，英、法等国也作了类似的工作。

在一九七〇年以前，各国注意力主要集中在减少可见烟——黑烟方面，而对不可见烟，特别是象氮的氧化物这样的污染物注意较少，因而也未研究出多少有成效的控制措施。目前虽然已经比较重视，在这方面也作了一定的研究，但还有待今后进一步研究。

此外，目前对超音速运输机对同温层的排气污染问题尚未深入研究，主要是由于它在现在还不是主要问题。但是随着这种飞机的增多，其污染影响必然会增大，所以这个问题现在也已被列入研究的课题，以便在其达到严重程度之前就得到比较好的解决。

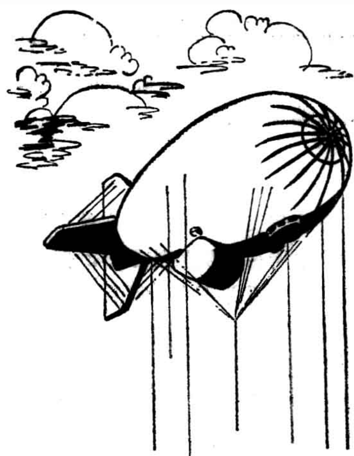
表一　美国一九六七年实际废气污染与一九七九年估计污染的比较

污染量＼污染物	一氧化碳 1967	一氧化碳 1979	碳氢化合物 1967	碳氢化合物 1979	氮的氧化物 1967	氮的氧化物 1979	微粒 1967	微粒 1979
飞机排气污染（百万吨/年）	0.80	1.27	0.13	0.24	0.014	0.058	0.006	0.014
增长比例（%）	59		85		314		133	

国外航空科技

试验中的通信气球

京 菁



利用通信卫星来沟通远程的电信联系，是近十年来空间技术的突出成就之一。现在，通过处于赤道上空的同步通信卫星，可以从世界的这个洲往那个洲播送电视，接通电话或传送新闻。同时，有的国家已经发射了所谓国内通信卫星，以便沟通一国之内边远地区和中心城市之间的通信联系。

无论是国际通信卫星，还是国内通信卫星，都是利用人造地球卫星作为一个空中的转播站，把甲地发来的无线电信号，转播到乙地；或者从乙地把信号转播到丙地去。由于地球表面曲率的影响，相距一百公里的两地，就收不到对方发出的微波信号，需要通过一个双方都能"看得见"的中继站来传播，因为微波只能直线传播。而目前电视和其他一些电传信号，一般都是利用微波传送的。当然，中继站可以设在地面，也可以设在空中，不过空中中继站由于所处的位置高，当然比地面站传播的范围广。因此，通信卫星在空中所处的轨道高低，就决定了它所能转播的地区范围有多广。轨道高的，例如离地面三万五千八百六十公里的同步卫星，就能转播约占全球三分之一地区内的微波通信；轨道降低，转播的覆盖面积也相应减小。由于一个国家的领土面积有限，不一定需要同步通信卫星那么大的覆盖面积，所以也可以采用轨道较低的卫星作为国内通信卫星。

但是，利用人造卫星作为空中通信转播中继站，虽然有通信距离远、转播所能到达的地区范围大等优点，但是它的价格是相当昂贵的。例如今年五月美国国家航空与宇宙航行局发射了一颗应用技术卫星，打算用来向边远偏僻地区转播电视教育节目，其价格就达一亿一千一百万美元。

目前，国外有人着手研究利用气球作为空中通信转播中继站的可能性。据美国《时代》周刊今年九月二十三日报道，一种名为"塔康"(TCOM)的通信气球，正在美国东海岸附近的英属巴哈马群岛上进行试验。

这种通信气球的外形，并不是一个球形，而是像在第二次世界大战中使用过的小型飞艇，尾部有十字交叉的四片起稳定作用的尾鳍。它的腹部下方悬挂有放置转播设备的电子装置舱。气球的全长约四十五米，外壳由八层强韧的塑料所组成，内部充以氦气。氦气所提供的浮力，使这个气球能够携带着重约一千八百公斤的电子设备舱，升到三千至五千米的空中。当气球升到预定的高度时，就利用许多根几千米长的绳索，将它牢牢地系留在地面上，不许它随风飘荡。这种系留装置相当牢固，去年它曾经在空中经受住了风速达每小时一百六十公里的飓风的袭击。

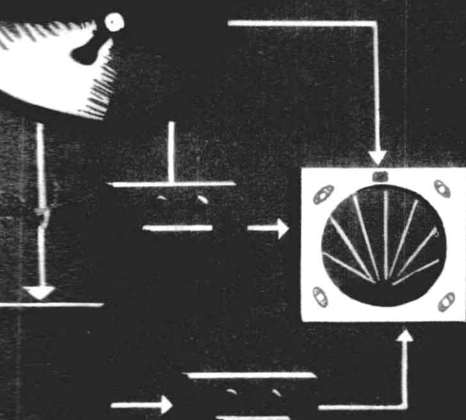
目前正在试验的一个通信气球，被系留在巴哈马群岛的大巴哈马岛上空，离地面三千五百米高。它能接收到距离二百二十五公里以外的美国海港城市迈阿米播出的电视节目，并把它转播到大巴哈马岛的电视台去。这个距离，已经是迈阿米电视台直接播送范围的三倍。

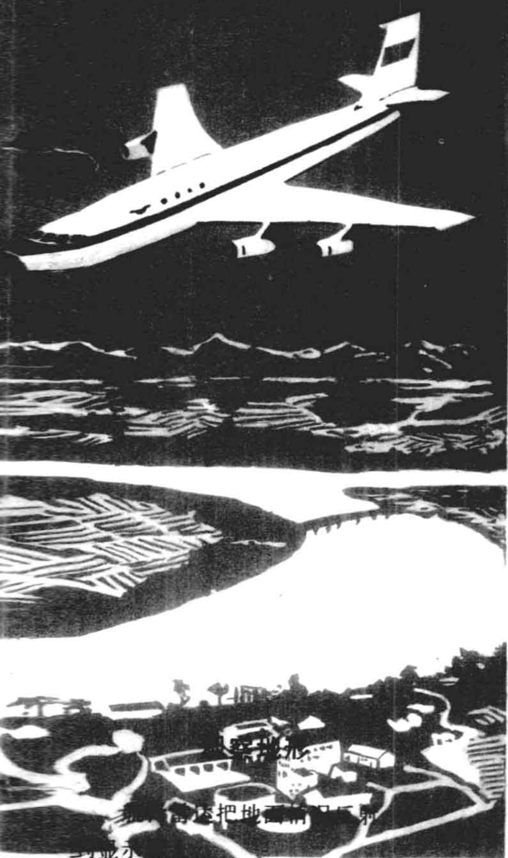
这种试验中的气球转播设备的容量，估计能够接收和转播四个电视信道、两个商业广播电台和五千到一万路微波数据通信的信号。

为了补充电源，这种通信气球每个星期要降回地面一次。将来如果通过系留的绳缆接通输电线，把电力直接从地面输到气球上去，那就可能使气球长期地停留在空中。

从转播的地区范围来看，通信气球显然比通信卫星差得远，但是它的价格却便宜得多。据估计，上述这种气球通信转播系统，每个约需五百万美元，这不仅比卫星便宜，也比地面微波通信中继转播系统便宜。据报道，伊朗等国已经订购了这种通信气球，另外还有一些国家也在考虑试行采用。

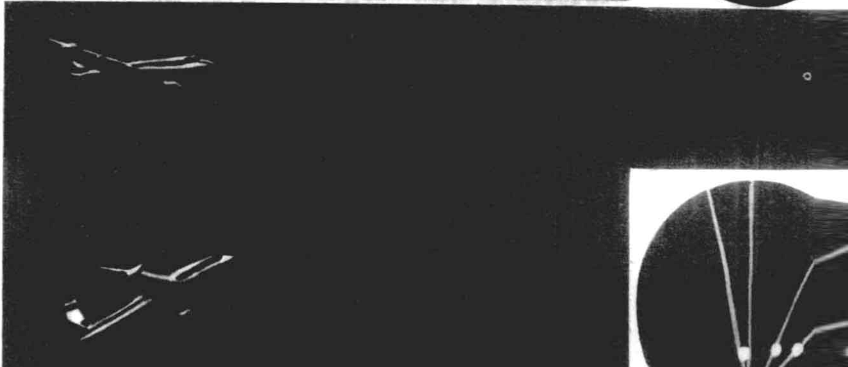
航行雷达

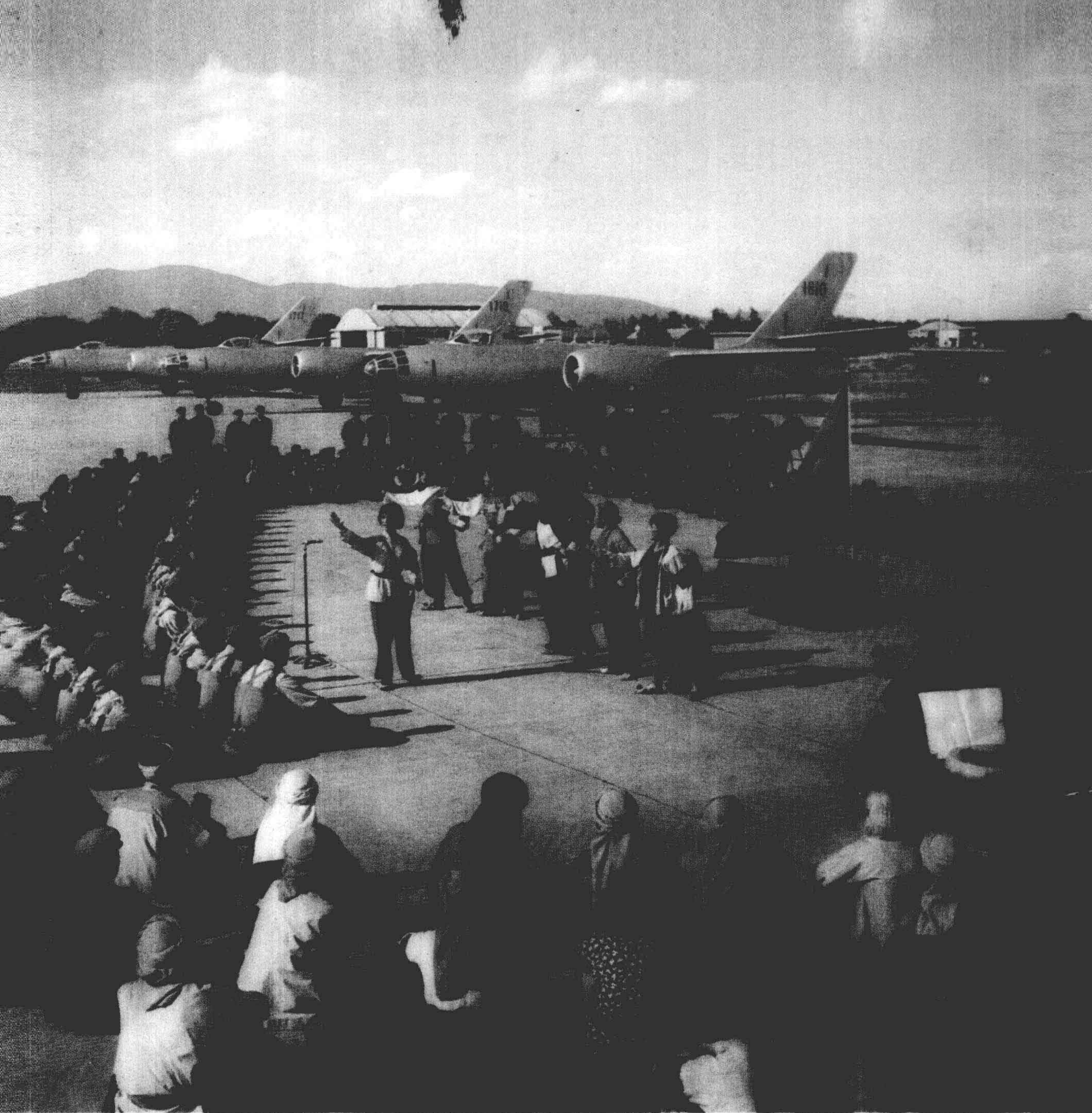












Hangkong Zhishi

12

1974

航空知识



摄·影·新·作



毛主席语录

团结起来，争取更大的胜利。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

航空知识

一九七四年十二月号目录　十二月一日出版

在这一期

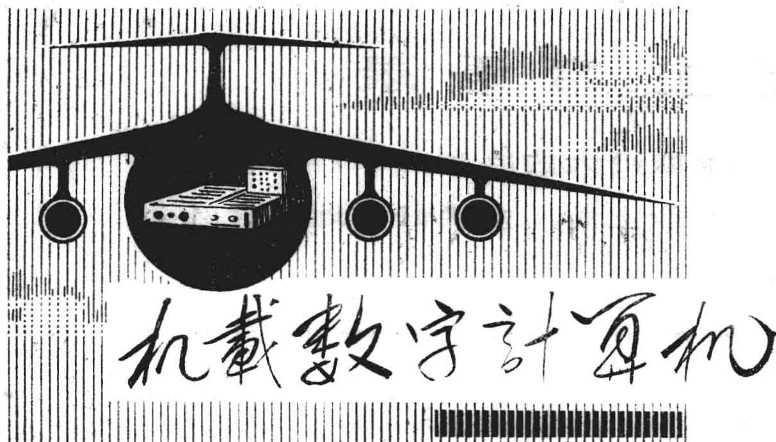
当这一期杂志送到读者们手中的时候，本刊恢复出版已经一年了。这一年里，在毛主席革命路线的指引下，在批林批孔运动的推动下，在广大读者、作者的支持和帮助下，本刊的编辑出版，也取得了一些经验和进步。但是，距离党的要求和广大工农兵读者的期望，还有不小的差距。

毛主席教导我们：『看的人提出意见，写短信短文寄去，表示欢喜什么，不欢喜什么，这是很重要的，这样才能使这个报办得好。』我们热诚地希望读者们提出批评，把一年来在阅读本刊过程中想到的意见和建议，写信告诉我们。

当前国内外形势一片大好。我国的航空科学技术也在迅速发展，前途无限光明。让我们共同努力办好《航空知识》，迎接光辉的一九七五年！

编辑　中国航空学会航空知识编辑委员会
出版　航空知识杂志社
地址：北京市学院路
印刷　北京新华印刷厂
北京胶印厂
发行　北京市邮局总发行，全国各地邮局订购
代号：2-410　印数：217,000　定价：0.20元



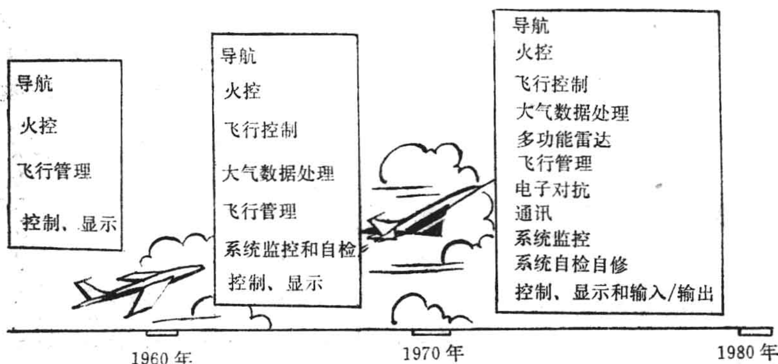


机载数字计算机

陆耀武

目前，在飞机导航、火控系统、自动飞行控制、大气数据处理、飞行管理、机上系统监控、仪表显示控制，以及电子侦察、干扰和通信等设备中，电子数字计算机已成为一个不可缺少的组成部分。本文简单介绍其发展和应用情况。

很久以来，劳动人民在生产实践中创造了许多计算工具。在我国，早在南宋(公元一二七四年)时期，就出现了算盘。后来，随着生产和科学技术的发展，在世界上相继出现了计算尺、手摇计算器和电动计算器。在一九四五年，出现了第一台电子数字计算机。过了七年，即一九五二年，在截击机上开始装备电子数字计算机。这台计算机由二百五十个超小型电子管组成，采用小型磁鼓作存贮器，用来控制飞机的自动定向、导航、实施攻击和自动投放武器。



图一　数字计算机在飞机上应用范围的扩大情况。

在五十年代，数字计算机只用于惯性和天文导航系统；进入六十年代，扩大用于惯性多普勒组合导航系统和卫星导航系统；到七十年代又扩大用于区域导航系统。又如在火控系统中，数字计算机起初只用于武器发射和投放；现在已扩大用于空对空、空对地导弹的制导。在飞行管理方面，数字计算机不仅用来控制燃油的消耗，而且实现空中交通管制自动化。可见，数字计算机在飞机上的应用范围不仅逐年扩大，而且在某一范围内的应用项目也逐渐增多了。

争　论

早在一九四六年，飞机上已开始采用模拟计算机。数字计算机一出现，就引起了一场争论：哪一种计算机的优越性多？哪一种是机载计算机的发展方向？这场争论持续了整个五十年代。虽然那时数字计算机已显示运算速度快、适应性强等特点，但因为其基本电路是用电子管、晶体管等分立元件构成，所以用它来完成模拟计算机所完成的功能，在成本、体积、重量和可靠性等方面并不显得优越。因此，在五十年代中，飞机上用的电子计算机仍以模拟式为主。

跨入六十年代，飞机向超音速、全天候方向发展，特别是对军用飞机提出日益复杂的技术要求，因而计算任务越来越繁重，使模拟计算机难以圆满完成。在此期间，数字计算技术方面有了新的突破。微型磁心，中、大规模集成电路相继在数字计算机中得到应用，使运算速度和可靠性显著地提高，而成本、体积、重量、功耗等都大大减小。有资料介绍，从一九六〇年到七〇年这十年中，机载数字计算机的运算速度提高了一个数量级，可靠性提高了十二倍，成本降低到原来的百分之十几，重量减轻到原来的十分之一，功耗降低了四分之三。另外，在程序系统方面也有进一步的发展，使计算机的功能和适应性都更加增强。机载数字计算机开始实现通用化、系列化，一机多用。到了六十年代初期，结论已基本明朗，为了适应近代高性能飞机中航空电子系统综合化的要求，数字计算机将逐步替代模拟计算机。在六十年代以后，世界上机载数字计算机如雨后春笋般地发展起来。据不完全统计，五十年代只出现了两台机载数字计算机，而到六十年代末，世界上研制和生产的机载数

字计算机已达一百多种。

应　　用

机载数字计算机在初期主要用于导航和控制武器的发射和投放，后来逐步扩大应用于自动飞行控制、大气数据处理、飞行管理、机上系统监控、仪表显示控制，以及电子侦察、干扰和通信等方面(图一)。

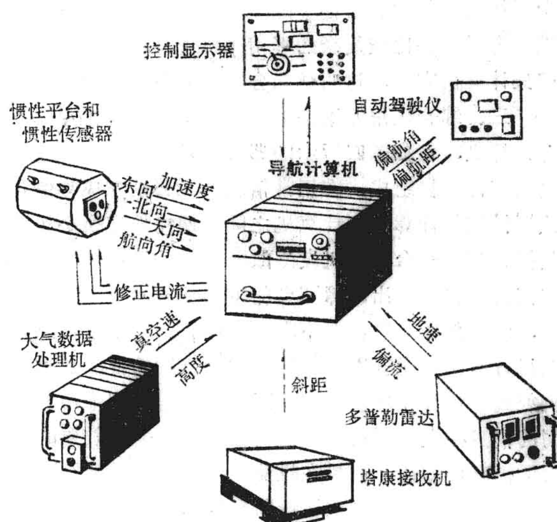
目前，机载数字计算机为了适应不同的使用要求，有下列一些不同的应用方案，如：

一、分散应用方案，即用结构简单、可靠的专用计算机来完成单一的任务，如导航、雷达数据处理、地形跟踪或尾部炮塔控制。这种方案适用于那些航空电子设备综合程度较低的飞机。但是在电子设备综合程度较高的飞机上，有些部分，如着陆控制、发动机控制等，一旦发生故障，会影响飞行安全，因此可靠性要求高，也宜用专用的计算机(图二)。

二、分系统应用方案，即在某个电子系统中采用小型通用计算机，它不单为某一设备服务，而为某一个分系统服务，并且能为其他分系统交换信息，使计算机的功能有所扩大。

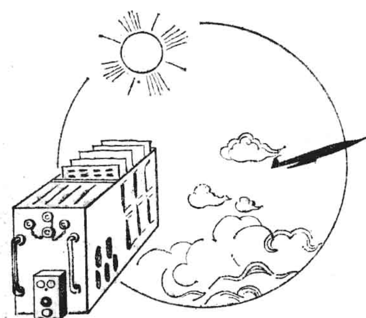
这种方案目前在飞机上用得比较普遍，我们以大型客机中的惯性导航系统为例来说明。

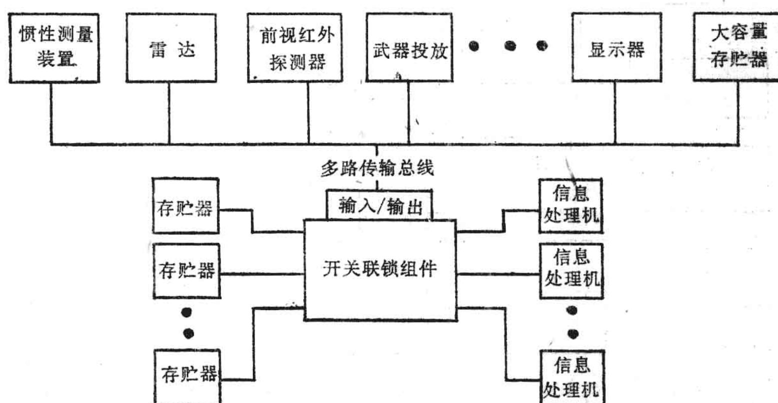
图三所示是惯性导航系统的连接框图。从图中可以看到，计算机不但接收惯性传感器(加速度计)和惯性平台来的加速度信息和飞机姿态角信息，而且还接收大气数据处理机来的高度和真空速信息。如果在导航系统中还有塔康接收机和多普勒雷达时，计算机就根据塔康接收机和多普勒雷达输出的信息对惯性平台进行校准。计算机把接收到的各种信息进行计算、处理以后，通过显示器把飞机的即时位置、飞机离目的地的距离、方位等领航数据告诉给驾驶员、领航员。与此同时，计算机还控制惯性平台始终与当地保持水平位置，从而保证惯性传感器感应出的信息的正确性。计算机还能在驾驶员的控制下与自动驾驶仪交联。这时，计算机能自动地把飞机离目的地的的偏航数据传给自动驾驶仪，自动修正飞机航向，从而实现自动领航。由此可见，计算机在导航系统中犹如车间里的调度室，按照飞行员的指令繁忙地进行接收、处理、显示、自动控制等动作。



图三　惯性导航系统的连接示意图

美中不足的是，在电子设备复杂的军用飞机上，如果采用上述方案，往往需要同时携带许多台计算机，使用、维护都很不方便。另外，各个分系统的计算和功能又都是“单打一”，相互不能替代，如果其中任何一台的任何一个部位出故障，那就会使性能变坏，甚至不起作用。因此单台计算机虽然采用的元件有一定的可靠性能，但由于在整个航空电子系统中有多台计算机，出故障的可能性增多，因而整


图二　一种专用的计算机——大气数据处理机，它根据大气的动压、静压和温度计算出高度、真空速和M数等参数。

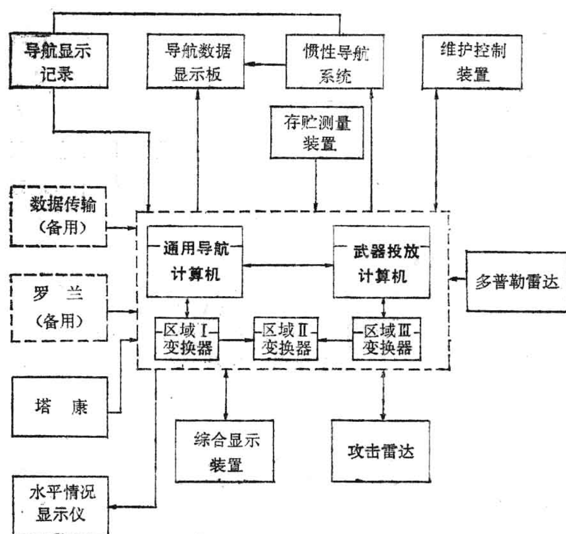


图五　多信息处理机示意图

个系统的可靠性反而会下降。为了克服这些缺点，在航空电子设备比较复杂的军用飞机上，更多的是采用中央计算机方案，这叫做综合应用方案。

三、综合应用方案基本上有两种：一种是中央复合计算机，例如图四所示的那种计算机由两台小型通用数字计算机组成，在正常情况下，分别完成导航和武器投放的计算。在计算机之间周期性地交换必要的数据。如果一台计算机发生故障，另一台计算机就能够接替工作，把出故障那台的主要任务承担过来。这样，就能保证飞机性能不降低。还有一种是多信息处理机方案，如图五所示。采用这种方案的目的是由于机载数字计算机功能要求不断增加，通过若干功能相同的信息处理机，可以提高机器速度，但更重要的是为了提高可靠性。如果在机器中某个信息处理机或存贮器装置出故障，系统在诊断到故障后立即通过开关组件重新分配另一个信息处理机或存贮器接替工作，从而保证任务顺利完成。由于这种计算机具有自检自修的能力，因此有人称它为自检自修计算机。

以上概要地介绍了机载数字计算机的应用情况。随着我国社会主义革命和建设的发展，我国的电子计算机，包括机载计算机，获得了飞跃的发展。特别是在无产阶级文化大革命以来，我国工人阶级和广大科技人员试制成功了每秒运算一百万次的大型集成电路通用电子计算机及小型多用途计算机，为机载电子计算机的发展奠定了技术基础。我们相信，广大航空电子工业的工人和技术人员一定会遵循党的**独立自主、自力更生**的方针，在机载数字计算机方面作出应有的贡献。



图四 复合计算机示意图



飞机侧视雷达

思冀 育农

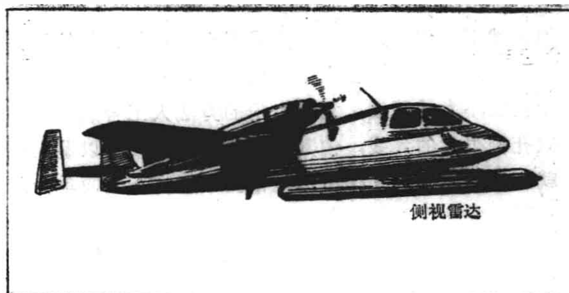
侧视雷达是一种新型的机载侦察雷达。它可用来探测飞机机身两侧的地带。由于这种雷达的鉴别力很高，又可全天候使用，所以近年来取得了较大的进展，在军事侦察和监视，以及自然资源的勘探等方面获得了相当广泛的应用。

“知彼知己，百战不殆”。为了取得战斗的胜利，指挥员和参谋人员必须尽可能掌握敌情。在现代战争中，空中侦察是十分有用的侦察手段，可以由飞机携带高空侦察照相机、红外光和激光照相装置、微光电视以及侦察雷达，对敌方阵地或后方情况实施侦察。

当然，不同的的空中侦察装置具有不同的性能，各有所长。高空照相机的鉴别力很高，仍然是现有各种侦察装置中最好的一种，在阳光充足、万里晴空的好天气时，它确实能“大显身手”，它所拍摄的照片又清晰又直观。美中不足的是，遇到云层阻挡，或在黑夜，它就“无能为力”。又如红外光照相装置也挺不错。它可以在白天或黑夜使用，尤其是它还能区分不同温度的物体。例如，曾用它来分辨水下的浅滩和埋在地下的坑道。可是，红外光探测装置也受到气象条件的限制。利用雷达作为空中侦察装置具有两个显著的优点：一是可以全天候使用，不受任何气象条件和能见度的限制；二是作用距离可以很大。当然并不是任何一种机载雷达都可以用作空中侦察雷达。一般的机载雷达，由于天线尺寸受到飞机上空间的限制，无法做得很大，所以鉴别力差，往往对几公里以外的目标，就分辨不清，这类雷达当然不能用作空中侦察雷达。雷达的鉴别力（这里主要指角度鉴别力）和天线的大小有着直接的关系。天线孔径越大，波束就越尖锐，因而鉴别力也就越好。既然不能在飞机上安装尺

寸很大的天线，那么又用什么办法来提高雷达的鉴别力，以满足空中侦察的要求呢？

侧视雷达由于采取了专门的措施，或是将天线顺着飞机机身安装（也有放在专门的吊舱内，顺着机身挂在飞机下边，如图一所示），或是用特殊的信号处理方式，用人工合成孔径的办法来构成一个等效的大天线，所以雷达波束相当尖锐，鉴别力较高，用作空中侦察雷达就比较合适。



图一 侧视雷达的天线放在吊舱内，挂在机身下边。

“侧视”的由来

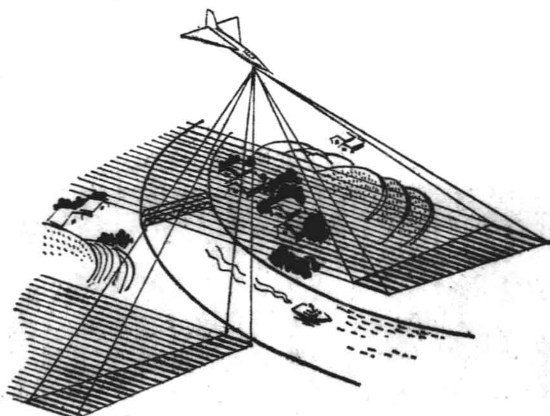
侧视雷达的工作原理和观测方式都和一般机载雷达大不相同。一般的机载雷达往往用来探测飞机的前方空域或机身下边的地面。侧视雷达只能用来探测飞机机身两侧的地带，它的视野方向和飞机的前进方向正好垂直，这就是“侧视”的由来（图二）。通常，侧视雷达的天线是固定不动的，向机身两侧下方发射波束，当飞机向前直线飞行时，左右两个波束（也可只用一个波束）便横扫过飞机两侧下方的狭长地带，进行探测。

侧视雷达的特点

近年来，侧视雷达有较大的发展，在军用和民用方面获得了广泛的应用。它有以下几个特点：

一、全天候性能。和其他雷达一样，侧视雷达也是靠发射和接收电磁波束工作的。因为电磁波不大受气象条件的影响，所以雷达具有全天候工作性能。也就是说，无论是白天还是黑夜，也不管是在云雾弥漫还是狂风暴雨的坏天气，侧视雷达都能正常工作。图三便是从高空透过浓云层拍摄下来的一张港湾全景照片。正因为侧视雷达具有全天候工作性能，所以它可以用来完成其他一些侦察装置所不能完成的任务，在军事侦察方面很有用处。

二、鉴别力比较高。鉴别力的高低是衡量一种侦察装置性能优良与否的主要标准。鉴别力越高，拍摄的照片便越清晰，从而可以区分出很多大小不同的物体。侧视雷达由于天线孔径大（尤其采用合成孔径天线的侧视雷达），所以波束很尖锐，鉴别力也比较高。一般说来，当飞机飞行高度为一万米左右时，侧视雷达的鉴别力大致为十五、六米，即地面上间距大于这个数值的目标，都可以区分开来。



图二 侧视雷达向机身两侧发射电磁波进行探测。

三、复盖的面积大、提供侦察结果的速度快。装有侧视雷达的飞机在空中飞行时，便依次对下边两侧的地带进行连续侦察照相。将许多照片拚凑起来，就可构成一张大面积而又衔接的地形图。例如，飞机的飞行高度为一千米时，一次可以拍下飞机两侧各为八十公里的地带。有一种侧视雷达，每飞行一小时，就可拍下八千平方公里的地带，飞行一次可拍下大致达八万平方公里的地区，而且还可将全部图片纪录在长度不到一米的底片上。侧视雷达除了可以在飞行结束后获得侦察结果外，还可以一边侦察，一边将截取的情报及时转发到地面，这一转发过程不过几分钟。

四、隐蔽性好、不易受到干扰。大家知道，军事侦察必须十分保密，最好一点风声也不透给敌人。侧视雷达由于能观测飞机两侧的情况，所以便可用来侦察敌方阵地内的部署情况。这时只要让装有侧视雷达的飞机沿己方阵地上空飞行，便可将敌方纵深近一百公里内的情况一一侦察清楚。另外，侧视雷达还可采取扫过一次就不再工作的方式，快速地对需要侦察的地区进行侦察，这样，即使被敌方发现，也来不及对侧视雷达进行干扰。

当然，侧视雷达还具有一些其他的特点，如它可以轻而易举地分辨出地面上的固定目标和活动目标，而这一点一般机载雷达是不太容易做到的。

工作原理简介

现在已有两种侧视雷达。一种早在五十年代即已投入使用，它是将雷达天线顺着飞机机身安装，所以天线孔径长度可达几米，（当然不能比飞机机身长）。这种侧视雷达的鉴别力虽比一般的机载雷达高十倍，

但仍然不够理想。另一种是采用合成孔径天线的侧视雷达，这种雷达是在六十年代才出现的。它可以用一个孔径不大的天线，利用专门的方法人工合成一个等效孔径很大的天线，使其波束非常尖锐，所以鉴别力就相当高。合成孔径雷达是很复杂的，下面简单介绍一下合成孔径天线的原理。

首先来谈谈由许多个天线阵元所构成的窄波束线性阵列天线。在这种天线中，目标回波是同时到达各个天线单元的。在天线的主波束方向，各个天线单元所收到的回波信号基本上是同相的。从另一方面讲，如果能够设法改变各天线单元的馈线长度，使由各天线单元送到接收机的信号仍然同相，那么同样可以构成一个窄波束。所以从原理上讲，并不一定非要各个天线单元在同一时刻接收回波信号。也就是说，可以只用一个天线单元，并让它不断移动，依次摆在各个天线单元的位置上来接收回波信号。只要采用特殊的信号处理方法，将由放在各个位置上的天线单元所接收的信号合併成一个信号，那么一个天线单元就可以起到一个天线阵的作用。合成孔径天线正是利用了这一原理。这样就可利用飞机的前进运动，在一个确定的时间内构成一个大的合成孔径天线。如果把飞机前进过程中各个点上所收到的信号用特殊的存贮和处理方法进行相加，便可构成一个完全与大孔径天线一样的窄波束。合成孔径天线的等效长度可以比飞机的机身长很多，甚至可长达一、二公里。根据对回波信号相加方式的不同，合成孔径天线还可以分为非聚焦式和聚焦式两种。前者的鉴别力与雷达的工作波长和目标距离有关，而后者的鉴别力则与雷达的工作波长和目标距离无关，并且天线的实际孔径尺寸也不必做得很大，因此，聚焦式天线已获得广泛的应用。

现在再来谈谈侧视雷达的工作过程。当飞机向前飞行时，雷达发射机不断地向天线所扫掠的狭长地带发射强功率的窄脉冲波。从地面反射回来的微弱多普勒回波信号由接收机接收，经过专门的存贮和处理之后，载有目标信息的视频信号在雷达显示屏上显示，构成一幅幅画面，由照相机拍摄下来。胶卷的移动速度正好与飞机的航速成比例，在胶卷上还可同时记录飞机的位置、飞行的时间、日期等，以供分析图片时作参考。必须指出的是，记录在胶卷上的目标图象还不是地面的真实图象，而是一种全息摄影图。它必须用专门的相干光照射，才能再现真实的地形图。以上假定飞机是直线等速飞行的。如果飞机的速度、航向、飞行高度有变化时，雷达图象便会失真，甚至会影响到雷达的正常工作，所以侧视雷达还必须采用运动补偿及姿态稳定和补偿技术。为此，雷达的天线就往往装在陀螺稳定平台上，不论飞机的飞行姿态怎样变化，天线始终保持水平位置。

雷达的组成

图一所示是一架装有侧视雷达的侦察机。在机身下挂着长达五米多的雪茄烟式吊舱。舱内装的是雷达天线。在飞机上还装有侧视雷达的发射机、接收机、校正航向和航速的传感器、数据存贮和处理装置以及把情报转发到地面的编码器和转发器等。为了及时处理获取的情报，在地面上要装备接收装置、解码器、显示器和投影放大器等。

广泛的用途

侧视雷达可以用来侦察和监视战场情况，用来搜索地面上的各种目标，特别是那些隐藏在丛林或伪装中的导弹阵地、军火仓库、集结的部队或炮兵阵地。它还可以用来校正炮位、制导导弹以及为火炮系统指示目标。在自然资源勘探方面，侧视雷达也有很多用途，如可用来测绘和勘探地形，寻找油矿和其他矿藏。对于有些用一般的空中摄影方法要化几个月甚至几年时间才能测绘完毕的地区，如果用侧视雷达来进行测绘，则只要用几个星期就可完成。侧视雷达所提供的照片是一份很有价值而又内容丰富的资料。它的很多细节必须用放大镜或显微镜才能看清。例如专业地质人员可以根据图片的排水图推断出矿藏和油矿的位置、含油层的所在、有多少贮藏量。甚至还可根据植物表面的颜色和纹理的变化，判断出森林中植物的生长范围、火灾对森林所造成的破坏程度和流行病的类型。还可以从图上分辨出森林中生长的各种植物类别。侧视雷达也可用来确定海洋中冰层的范围及浮动情况。总之，侧视雷达的可能应用范围是很广泛的。

目前正在研制小型化和超小型化的侧视雷达，准备把它们装在人造卫星或宇宙飞行器上，以便用来对地球表面或太阳系及其他行星进行侦察或科学研究。



图三　用侧视雷达拍摄的港湾全景照片



飞遍林海寻亲人

民航北京管理局　韩尔适

为了保卫祖国东北大小兴安岭的森林资源，民航某飞行大队708号直升飞机机组，在积雪刚刚融化的时节，飞到黑龙江省北部鄂伦春族自治旗附近地区，执行春季护林任务。无产阶级文化大革命和批林批孔运动更加激发了机组同志们的革命精神，他们认真学习马列著作和毛主席著作，坚持用革命理论指导革命运动。到达基地的第二天，就投入了战斗。

五月末的一天，是机组的休息日。这天，同志们刚吃过早饭，准备抓紧这个休息日"大搞卫生"。突然来了一个通知："有紧急任务！"大家赶快放下手里的活儿，焦急地等待着布置任务。

事情是这样的：五天前，加格达奇北边的林区发现了一个火场，兄弟单位的飞机空投了十四名灭火队员到那里灭火，当时因为飞机载重量的限制，队员们只带了一天的干粮，准备随后再给他们空投食品。可是，后来多次派出空投食品的飞机都没有发现他们。一天、两天过去了，没有找到，又找了两天，仍无踪影。这天已是第五天了，不知十四名战士的生命安全如何，上级决定派出708机组的直升飞机去寻找他们。

机组同志怀着对阶级兄弟深厚的无产阶级感情迅速起飞了。起飞不久，天气逐渐变坏，云低，能见度差，并有小雨，在地面没有导航设备的情况下，要在这无边无际的林海上空寻找十四名战士，犹如大海捞针。但机组同志们清楚地认识到这次飞行是关系到十几名阶级兄弟的生命安全，是送去党中央和毛主席对革命战士的亲切关怀。整个机组一条心，机智、勇敢、沉着地飞遍林海，找寻亲人。

机场离火场需要飞行五十多分钟，可是飞行不到半小时，天气变得更坏起来，空中出现雨夹雪，飞机有轻度结冰，能见度不到一公里，这给飞行带来更大的困难。在这样的条件下，机长吴仲谦沉着地操纵着飞机，在距离地面只有二百米的高度上低空飞行。周围的山峰都被云覆盖着，他们继续降低高度，保持能见飞行，可是，云越来越低，已经不易看到起伏的地面了。为了保证安全和争取时间，决定暂在野外选择场地临时落地等待天气。

飞机降落在林海中的小山沟空地上。十几分钟过去了，天气没见好转，而且有继续变坏的趋势，为防止发生意外，机组决定暂时先飞回机场。

回到机场以后，同志们对飞机又作了检查，加满了汽油，进一步作了飞行前的准备，然后守在飞机旁继续等待天气转好，大家心里都急得象一团火。

下午两点多钟，天气开始好起来，708号飞机立即起飞继续奔向林海火场上空寻找阶级兄弟。为了更快地发现地面目标，他们和兄弟部队的另一架小型运输飞机取得联系，在对方的配合下，直升飞机采取"梳发"式逐条低空搜寻。机长刘英田和领航员杨家樵目不转睛地搜索着地面，他们不放过每座山顶和每条山沟，看得他们眼睛都胀痛起来。在十几分钟内，先后在纵横几十公里的林海三次落地，还是连一个人影都没有发现。

灭火队员究竟到那里去了呢？机组的同志们越来越感到不安，他们牢记毛主席关于**"我们的责任是向人民负责"**的教导，更加用心地继续寻找。吴仲谦同志将飞行高度继续降低到最低限度，一遍又一遍的寻找。又经过半个多小时的认真搜索，终于发现在火场附近的密林深处有一面红旗向飞机招展。大家高兴极了，驾驶着飞机稳稳地朝着目标落下去。

为了保卫人民的森林资源，冒着生命危险扑灭了林火的十四名阶级兄弟终于找到了。五天来，他们艰苦奋战在密林深处，战胜了饥饿和寒冷，今天，当他们见到毛主席、党中央派飞机来救他们的时候，个个都激动地流下了热泪，情不自禁地高呼："毛主席万岁！中国共产党万岁！"他们拉着机组同志们的手一次又一次的倾诉他们激动的心情，茫茫无边的林海中，荡漾着一阵阵欢声笑语。

题图设计：温承诚



火箭—冲压组合式发动机是近年来出现的地对空与空对地导弹的一种动力装置。它较成功地解决了普通冲压发动机在导弹上使用的一些矛盾，并具有体积小、重量轻及成本低等优点。

邹盛铨

据外刊报道，一九七三年十月的中东战争中使用过一种叫做“根费”SA—6的地对空导弹，效能较好。外刊认为该导弹除采用了抗干扰能力强的制导系统之外，还采用了简单有效的火箭—冲压组合式发动机作动力装置。目前，火箭—冲压组合式发动机的形式有多种，所用的火箭可以是固体、液体和固液混合式的，而冲压发动机也有固体与液体燃料的之分。火箭所起的作用也有所不同，有的在产生推力上所占的比重较大，有的就较小，甚至主要是为冲压发动机准备气体燃料。本文就其一种所谓的整体式火箭—冲压组合式发动机，根据外刊报道作一简单介绍。

从普通冲压发动机谈起

火箭—冲压组合式发动机是地对空与空对地导弹的一种动力装置，它的主要特点是：火箭助推器与冲压发动机组合在一起共用一个燃烧室，而其本身又是导弹弹体的组成部分。在介绍这种动力装置之前，须先从普通冲压发动机说起。

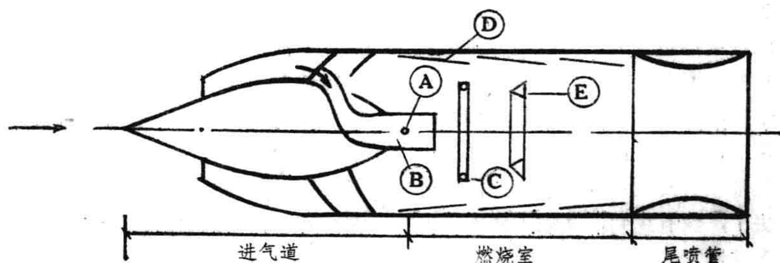
普通冲压发动机的特点之一是结构简单，它由三个主要部件组成(图一)。

一、进气道：进气道用来导入空气，并提高气流的压力。这个压力的提高与涡轮喷气发动机不同，不是靠压气机的作用，而是靠气流速度本身的冲压。速度冲压就是气流滞止的压力。例如当卡车急驶时，站在卡车上迎风而立的人脸上会感到风吹的压力。这是因为人脸挡住气流，使气流速度滞止所产生的压力。速度愈大，滞止压力就愈高。当马赫数（M）大于3时，气流在进气道内的压力相当高。因此不需要压气机来提高压力，也不要涡轮作机械功了。所以冲压发动机比涡轮喷气发动机简单，没有笨重的高速旋转部件。因而重量轻，推力重量比大。对进气扩压器的要求是，在提高压力的同时，效率要高，出口流场要均匀。

二、燃烧室：燃烧室是圆形的筒体，其中安装有预燃室、点火器、喷咀、火焰稳定器及火焰筒。当由进气扩压器来的高压空气流入后，与由供油系统通过喷咀喷出的燃油相混合，点火器点燃预燃室中的混合气，再点燃主燃烧室中的混合气，稳定器挂住火焰而熊熊燃烧。将燃料的化学能不断转变为热能，提供导弹飞行所需要的能源。为了冷却和保护燃烧室壁，一般采用火焰筒，在夹壁中流过或喷入少量的空气形成气膜来冷却，以免结构烧蚀。

三、尾喷管：超音速冲压发动机一般采用收敛部分使气流加速到音速，在扩张段中加速膨胀到超音速。把发动机燃料的化学能转变为发动机排出气体的动能。从而获得反作用推力，推动导弹前进。

冲压发动机的第二个特点是经济性好。经济性的好坏主要是用单位时间内每公斤燃料产生的推力（即比冲）作为衡量标准的。火箭发动机需要自己携带燃料和氧化剂，而冲压发动机则只需要自带燃料，不需



图一　普通冲压发动机结构简图

A.点火器　B.预燃室　C.喷咀　D.火焰筒　E.稳定器

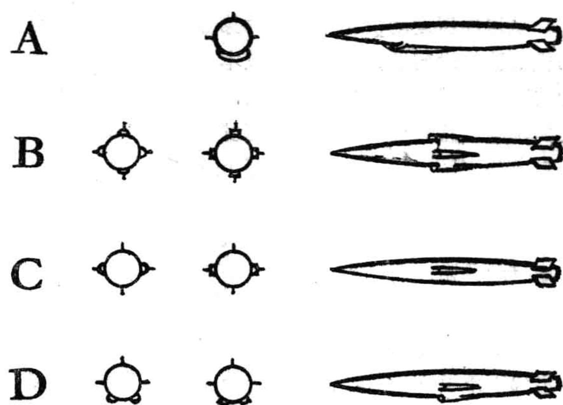
自带氧化剂，氧化剂则由取之不尽的大气中获得。因此，冲压发动机在一秒钟内产生每公斤推力所需推进剂，比火箭发动机少得多。换句话说，就是冲压发动机比火箭发动机的比冲高得多。火箭发动机的比冲一般不超过三百秒；冲压发动机可高达一千二百秒。这是冲压发动机最突出的优点。如果射程相同的两种导弹，一种采用火箭发动机，一种采用冲压发动机，则后者比前者轻得多。

冲压发动机的主要优点是适于高速飞行、燃料消耗率低、构造简单、重量轻和制造成本低。

由于冲压发动机的上述优点，曾引起人们的高度重视，各国都在这方面作了大量的工作。在使用方面，主要是作防空导弹和靶弹的动力装置。如“黄铜骑士”、“波马克”、“台风”、“红发人”、“跑路者”、“警犬”、“海标枪”、“SA—4”、“织女星”和CT—41等。其中“红发人”和GT—41是靶弹，“黄铜骑士”和“海标枪”是从舰上发射的，其余都是从陆上发射的导弹。它们多数是第二次世界大战之后，五十年代初期开始研制的。其攻击目标是高、中空的飞机。速度一般为音速的二至三点五倍之间（M＝2～3.5），射高在十八至三十公里之间，射程最大的可达六百四十公里。这些导弹在发射过程中因推进系统原因发生的故障很少，这说明冲压发动机的工作还是可靠的。

然而事物总是一分为二的。属于空气喷气发动机范畴的冲压发动机，自一九一三年提出后，已有六十年的历史了。在二次世界大战期间，苏、美、英、法等国进行了一些基础研究，二次大战后才得到应用发展。但是，直到六十年代才有几种成功的用到导弹上。这个情况表明，冲压发动机虽然有一些固有的优点，各国对冲压发动机的研制工作也取得了一些进展，但并不理想。发展缓慢的原因是由于五十年代末期弹道式导弹方面取得的进展和人造卫星的发射，各国都把注意力集中到火箭特别是固体火箭的研制方面。因此从一九五七年起，冲压发动机出现了一个低潮，有的计划装冲压发动机的导弹合同被取消或者减少投资。有些冲压发动机研制人员开始哀叹它的前途。到底是什么问题阻碍着冲压发动机技术向前发展呢？原因是多方面的，在资本主义国家除由其社会制度所决定的唯利是图，利润挂帅的资本主义经营和研制方针所至外，还有下面一些技术问题需要解决。

第一、冲压发动机本身固有的缺点是，在零速和低速时不能产生推力，必须用别的助推器把它推到一个适当的接力速度以上，才能有效的工作。且冲压发动机对外界环境状态的改变很敏感，必须进行调节。与火箭发动机相比，冲压发动机单位迎面积推力小，

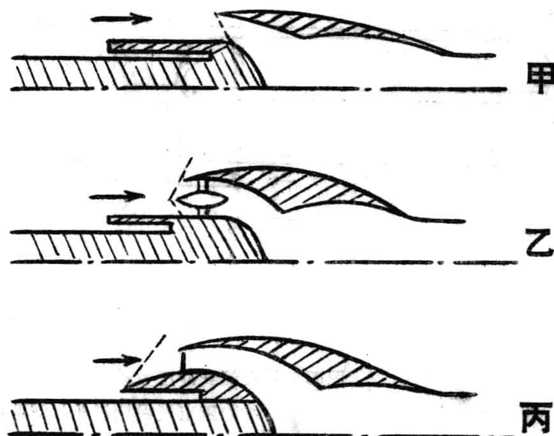


图二　进气道在弹体上的配置

A. 装在底部　B. 对称配置　C. 装在两侧　D. 装在侧底部

因而加速性小，只有作巡航飞行才有利。

第二、冲压发动机与弹体和助推器的匹配问题。冲压发动机比火箭发动机体积大，而且随着推力增加，发动机直径越来越大。发动机难于装入弹体，给导弹的气动布局带来了很大的困难。早期装冲压发动机的导弹，如“波马克”和“警犬”，“其发动机是悬挂在弹体外面，两台主发动机，加上一台或数台并联的助推器，组成一个多体飞行器，使导弹阻力增加，机动性能变坏，导弹的气动性能下降百分之二十以上。同时弹体又会对进入发动机的气流产生干扰，使发动机性能变坏。“黄铜骑士”和“海标枪”、SA—4等，采取了弹身与发动机相结合的型式，把弹上设备装入发动机中心体内。但造成了设备安排困难或使弹身直径增加。至于助推器仍然采用与弹体并联或串联的形式，重量和阻力都很大。



图三　进气道的型式

A. 戽斗式　B. 锥型的　C. 半锥型的

阻碍冲压发动机导弹发展的第三个原因是冲压发动机试验技术问题。冲压发动机本身固然简单，但它的地面模拟试验技术却比较复杂，需要庞大而昂贵的地面试验设备和动力。因为冲压发动机，不象火箭那样自成孤立系统，而是与外界环境条件（高度、速度）密切相关。建立完整的冲压发动机地面试验基地，需要投入大量的资金和相当长的周期。一台冲压发动机的研制成功，与其说取决于设计，毋宁说取决于大量的地面试验和飞行试验。

基于上述原因，从一九五七年起，冲压发动机技术出现了萧条的景象。但仍有部分发动机工作者，坚持工作，终于使冲压发动机技术日趋成熟；另一方面，由于未来的战争导弹将大量使用，成本就成为必须考虑的重要因素。而冲压发动机比火箭发动机便宜，因此，重新引起了人们的重视。

冲压喷气技术的新发展

从“波马克”、“黄铜骑士”、“警犬”到 SA—4，都是采用普通的冲压发动机作动力装置，即冲压发动机与助推器分开，与弹体分开，发射到接力速度后助推器脱落。而 SA—6 则采用了新型的火箭—冲压组合式发动机作动力装置。这是冲压喷气技术的新发展。

火箭—冲压组合式发动机的特点是什么呢？

第一、体积小，重量轻，由于燃烧室身兼二任，既是冲压发动机燃烧室，又是固体助推器药柱的壳体，这就大大减小了全弹的重量和尺寸。例如在速度和射程相同的情况下，携带与“黄铜骑士”的战斗部杀伤力相同的弹头，采用火箭—冲压组合式发动机的导弹，将比采用固体火箭发动机的导弹轻三倍，直径小50%，短25%。

第二、火箭—冲压组合发动机，成功地解决了普通冲压发动机使用中的矛盾，特别是发动机与弹体和助推器的匹配问题，使导弹外形流线化，减小了弹体尾部阻力和干扰阻力。使导弹的机动性能显著改善。

第三、由于重量和体积减小，结构简化，而降低了发动机和导弹的成本。

因为火箭—冲压组合发动机在减轻重量、缩小体积，降低成本方面都有较大的突破。所以大气层内飞行的远程导弹的推进系统将有从纯火箭发动机向火箭—冲压组合式发动机发展的趋势。

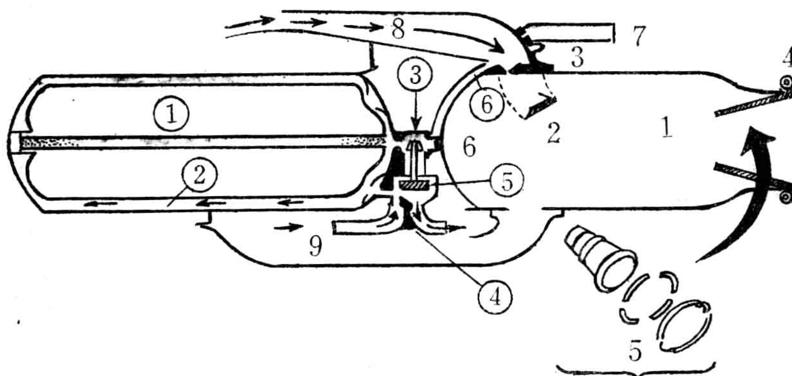
火箭—冲压组合式发动机的构造及工作过程

火箭—冲压组合式发动机主要由进气道、燃烧室、一个可抛射的助推器喷管和冲压发动机喷管所组成。由于发动机与弹体连为一体，而进气道的结构则有所改变；由于与助推器共用一个燃烧室，也带来了一些新的问题。

进气道：其作用与普通喷气发动机的进气道相同，要求能够在大范围内稳定工作，有高的效率和低的阻力。所不同的是一台发动机往往要求一到四个进气口配置在弹身周围，如在弹身底部、侧边或对称安装（图二）。可以安装在靠弹身前部、中部或后部；从进气道的型式来看，有锥形轴对称的，半锥形的，二元扉斗式的（图三）。

燃油喷咀装在亚音速扩压段内，故对进气道出口气流的均匀度要求比普通进气道低些，出口速度也相应提高一些。

燃烧室：与普通发动机的热力学循环是一样的。但由于火箭与冲压发动机共用一个燃烧室，当助推器工作时，冲压空气不允许进入燃烧室，故一般是在进气道出口处加堵盖。也可采用在助推器工作时，让冲压空气进入燃烧室，而从另一个通道流走的办法。因为燃烧室要腾出全部空间装助推器药柱，故不能装普通冲压发动机那样的机械稳定器，一般采用气动稳定的办法。因为气流从扩压器进入，在燃烧室前端和靠近壁面处，形成大的旋涡区，为了稳定火焰，这个气流的进入斜角必须精心设计。也可采用移动式的机械稳定器，在助推器药柱燃



图四　从火箭到冲压发动机的转换过程

①燃油　②气套　③燃料泵　④冲压空气涡轮扉斗　⑤冲压空气涡轮　⑥燃油管

1. 助推器工作结束室压下降　2. 进口盖吹入　3. 开关感受进口盖的运动
4. 螺栓爆炸　5. 助推器喷管分离　6. 燃油活门打开　7. 冲压发动机点火
8. 冲压空气　9. 冲压空气压缩燃油系统

烧完后，稳定器后移至工作位置。这种燃烧室中没有喷咀，不需要混合段，燃料在进气道亚音速段喷入高速气流而雾化参合，大大缩短了燃烧室。其特点是短而粗，容积的大小主要取决于助推器装药的需要。这种燃烧室，由于它的双重作用，不能采用普通冲压发动机的气膜冷却办法，取消了火焰筒。而发动机在高温下长时间工作，要求对燃烧室采取隔热措施，一般采用消融冷却的办法解决。

尾喷管：由于火箭和冲压发动机喷管工作压力比不同，因此喉道面积比不同，不能共用一个喷管。所以在发动机转换时，喷管喉道截面积必须改变。一般是在冲压发动机喷管内装一个插入式喷管，或者外接一个火箭喷管，当助推器药柱燃完使其脱落，暴露出冲压发动机喷管。

火箭—冲压组合式发动机的工作过程如下，可参看图四。

1.当助推器药柱燃尽后，燃烧室压力下降，在冲压空气的作用下，将燃烧室进口堵盖吹入燃烧室，而在推进系统中形成空气流。传感器感受到堵盖运动，引爆烟火释放系统使助推器喷管脱落。

2.冲压发动机点火。为了使残余的火箭推进剂烧尽，避免因燃烧室压力高引起进气道喘振，一般在点火后有一很短的时间延迟，才打开燃料活门。

3.冲压空气使燃料弹性袋增压，并挤压燃油使之通到空气涡轮泵，将燃油增压到所需压力，由喷咀喷出，冲压发动机开始工作。从助推器推进剂烧完几秒钟后，冲压发动机才进入正常工作状态，完成两种发动机的转换过程。

当前，发展火箭—冲压组合式发动机还有一些问题需要进一步研究解决。如组合以后的冲压发动机为了稳定火焰所带来的气动力学和势力学问题；由于转换技术所带来的助推器的装药设计问题；尤其是庞杂的试验技术问题。普通冲压发动机，由于进气道装在发动机头部，可以用连管式试验燃烧室。作自由射流试验时，只要求喷管的菱形区保证冲波不干扰进气流就行了。而火箭—冲压组合式发动机，由于采用一个或数个装在弹体周围的进气道，而不能简单地采用过去常规的试验方法。普通自由射流试车台不能模拟进口条件，解决的办法是在喷管后弹体外加一个所谓射流延伸器，控制高空室的压力使延伸器内保持所需的流速和压力。在射流延伸器前面，要让弹体头部冲波"漏出"，使之不致在射流延伸器内来回反射而干扰进气流。

第二种试验方法是作火箭车试验，就是将带弹体前段的冲压发动机装在火箭车上，用火箭推进它在铁轨上前进，使之达到试验马赫数。缺点是不能模拟高度，其效果介于地面试验和飞行试验之间。因为地面试验由于设备的限制，往往不能进行全尺寸的大攻角试验。而飞行试验又不好回收，价格太贵。用火箭车作实验弥补了二者的不足，所以是一种很有希望的试验方法。

目前火箭—冲压组合式发动机做为导弹的一种较为新型的动力装置虽然才初露头角，但已显示出它的优越性，而引起人们的重视。

* * *

北京—卡拉奇—巴黎
国际航线正式开航

本刊讯 由我国北京开往巴基斯坦的卡拉奇和法国巴黎的国际航线，已经在十月二十六日正式开航。

从卡拉奇经拉瓦尔品第到北京的国际航线和从巴黎到北京的国际航线，已分别于一九七三年一月和九月正式开航。一年多来，这两条航线为增进中国同巴基斯坦、法国人民的友谊作出了贡献。这次开航的北京—卡拉奇—巴黎航线，是由北京直飞卡拉奇，又由卡拉奇直飞巴黎的。这中间，飞机将飞越德黑兰、安卡拉、雅典、罗马、日内瓦等城市的上空。这条航线的开辟，对增进中国同巴基斯坦、法国人民之间的友好往来和经济、文化交流，也必将发挥积极的作用。目前，在这条航线上，我国民航和法国航空公司每周各飞一次往返班机。

十月二十九日，以民航总局局长马仁辉为团长，山西省革委会副主任王庭栋、新疆维吾尔自治区妇联主任阿依木·艾则孜娃为副团长的中国友好参观团一行五十多人，乘坐中国民航首航班机，前往巴基斯坦参加开航庆祝活动并进行友好访问。十一月五日，以外贸部副部长柴树藩为团长，陕西省革委会副主任王凤琴、民航总局副局长张瑞蔼、上海市革委会常委王景、全国人大代表夏菊花为副团长的中国友好参观团一行五十多人，乘坐中国民航班机，前往法国参加开航庆祝活动并进行友好访问。

由法国装备部长罗贝尔·加莱和法国总理希拉克的夫人率领的法国友好代表团，由巴基斯坦内政部长汗·阿卜杜勒·加尧姆·汗率领的巴基斯坦友好代表团，也分别于十一月七日和十四日，前来我国参加开航庆祝活动并进行友好访问。





从一桩飞行事故谈起

晓　光

发动机是飞机的心脏，在飞行中，发动机失灵或损坏，就会引起重大的飞行事故。本文介绍一桩真实的飞行事故及其排除过程。

事故发生的过程

一九七二年十二月二十八日，一架美国东方航空公司的三星式巨型客机，满载旅客从纽约起飞后不久，突然飞机发生猛烈抖动，刹那间，飞机几乎失去控制。这是由于装在左翼下面的涡轮风扇发动机出了重大故障而停车，使飞机突然失去了一部分动力。驾驶员利用装在右翼下和机尾上的另外两台发动机，继续维持飞机作了短暂的应急飞行后，便进行紧急迫降。当机上人员走出机舱环视狼狈着陆的飞机时，发现左翼发动机的整个风扇部件已经无影无踪，不禁惊愕失色！原来，在飞机飞行中，这个重要部件竟然从机体甩离出去，坠入茫茫无际的大西洋中了！

三星式旅客机（见题图），当时是美国新投入航线才八个月的巨型飞机。这种飞机一次最多可搭乘四百名旅客，它装有三台英国生产的称为RB.211-22的新型三转子涡轮风扇发动机，单台发动机的起飞推力为一万八千多公斤，是当时推力最大的发动机之一。这一事故发生后，引起的震动非常大，发动机制造公司为了维护它的“名声”，慌忙宣称这次事故是偶然的，是属于某一批六台发动机中的个别特例，言外之意，其它发动机都是正常的，不会有问题。

但是，在紧接着不到两周的时间内，另一航空公司——环球航空公司的一架三星式客机，在一九七三年一月十日由芝加哥飞往洛杉矶的途中，又发生了同一事故——右翼发动机的风扇部件损坏并甩离飞机，坠入荒野。出事的飞机经过一番周折也迫降了，没有造成人员的伤亡。在短短的十来天内，连续两次出现这样重大的、整个部件甩掉的事故，在民用航空史上还是罕见的。它沉重地打击了飞机制造商、发动机制造商和使用这种飞机的航空公司，因为旅客必然会考虑乘坐三星式飞机旅行是否安全的问题。对这些厂商和公司在经济上、信誉上都造成巨大的损失。因此，在第二次事故发生后，这些厂商，特别是制造发动机的英国公司，采取了一系列的应急措施。一方面，着手解决这种重大事故的根由，杜绝类似的事故重演；另方面，也想尽快地挽回它们的信誉。

如果说，第一次事故发生后，公司可以推卸责任认为是偶然事故，那末，紧接着发生了相同的第二次事故，情况就变得很明显了。那就不是什么偶然发生的事，肯定是发动机中存在着某些不良的因素，在其作用下，发动机必然会出现问题。这些不良因素可能是设计的问题，也可能是材料、加工、热处理、表面保护等制造问题所造成的。因此，在事故发生后，首先需要尽快地查出事故原因，然后采取适当的措施来排除这些潜在的危害，才能保障以后的飞行安全。

寻根究底查原因

RB.211是一种大流量比（流量比为五，参看本刊第四期注释）的涡轮风扇发动机。它采用一级超音速风扇，作用在风扇上的轴向推力约占发动机总推力的四分之三，因此，它是一个极为重要的部件。整个风扇转子由每片长零点七米的三十三片叶片及一个直径约为零点七五米的轮盘与传动轴（右下图）所组成，进气道外径为二点一七二米。叶片、盘均用钛合金制成。由于叶片很长，重量大，工作时由每片叶根传到轮盘的离心力很大，达到五十五吨，因此，整个轮盘处于非常恶劣的工作条件下。是什么原因促使这个重要部件损坏呢？在第二次事故发生后，有关的单位采取了下述一些步骤和措施，来寻求答案。

判定主要肇事者　风扇转子抛离出去，其直接原因可能是由于叶片折断，造成转子极大的不平衡，使轮盘破裂而形成的；也可能是由于轮盘本身强度不够而破裂造成的。因此，首先应当尽可能地判断主要肇事者究竟是谁？根据对迫降后两架飞机上发动机剩余部分作的详细检查，没有发现任何叶片折断的迹象，因此，首先肯定了事故的主要祸首是风扇轮盘。

更换风扇轮盘　事故发生后，在原因未查出之前，在航线上的飞机既要它继续飞行，又要它确保安全。为此，根据两起事故发动机中

风扇轮盘工作的次数（第一次事故风扇轮盘工作了二百五十次起落，第二次为三百次起落），规定了在事故未查清之前的过渡阶段内，凡在飞机上的发动机，它的风扇轮盘工作次数只能为一百五十次起落，已达到或超过此数的风扇轮盘，均需换上新的，以保证飞行安全。

搜寻残骸 甩离机体的零件残骸，是分析事故最有力的物证。因此，为了彻底查清事故的原因，最好将残骸找到。在这两次事故中，第一起的风扇转子已坠入大西洋，根本无法捞回，因此只能搜寻第二起的风扇转子残骸。为此，专门用带有金属探测仪的直升机，在出事当天飞机所飞越的航线上，仔细探寻，但终因当时风雪交加，在茫茫雪海的荒漠中，要找到残骸，犹如大海捞针，结果以失败告终，这就给分析故障带来了一定的困难。

检查换下来的轮盘 轮盘的破裂损坏，并非发自瞬间，它经常是一个逐步发展过程的终结。在破裂之前，常常会有一些征候，零件表面出现的裂纹就是一种重要的征候。对更换下来的轮盘进行检查后，发现其中十分之一的轮盘已有裂纹，说明问题是严重的，如果这些轮盘继续使用下去，也将会发生重大事故。

实验室中重现故障 由于故障零件的残骸无法得到，缺少对故障深入分析的根据。因此，将工作过的轮盘置于高速旋转台上，模拟发动机的工作条件，反复地进行长时间的运转，最后使轮盘破坏，达到在实验室条件下重现故障，从而对破坏的实物进行分析、研究，为分析故障提供有价值的依据。

审核设计 轮盘出现裂纹甚至破裂，是否因为设计不当，使零件上受的负荷太大，超过了材料所允许的极限呢？因此，不仅由发动机制造公司重新审核了原始设计的计算、实验资料，而且还请局外人士对设计进行审核，结论是原设计合理，因此故障的根源只能由其它方面去寻求。

飞行试验 由于设计、计算时，采用的一些原始根据，不可能与实际飞行条件完全相同，因此，专门在一架三星式客机上，装了一些测量和记录装置，对风扇轮盘的受力情况，进行了实际测量，测试的结果表明，实际工作中轮盘的受力情况与设计值很接近，从而进一步证实问题不是出在设计上。

全面检查加工过程 对轮盘加工过程进行了全面检查，发现由于风扇轮盘直径大，形状复杂，在锻造后的热处理中，由于处理的温度与时间选择不当，没有能将锻造时的残余应力消除掉，使零件在未受工作负荷以前，在它的里面就存在一定负荷，因此，工作时轮盘的某些区域受的负荷就大于设计值了。这样，在负荷大于设计值的区域，就容易出现裂纹。

查原材料 为什么在更换下来的轮盘中有大约百分之十的轮盘有裂纹，而其余的却没有呢？将各个轮盘原材料的来源作了统计并加以分析，结果得到了重大的发现，查到了事故的根本原因。原来，这种风扇轮盘的材料，是由一家英国材料公司冶炼的钛合金。这种合金冶炼出的每一根坯锭，可加工两个轮盘，有裂纹的轮盘是用这种坯锭上半部加工的，而用坯锭下半部加工的轮盘则没有裂纹。这个资料说明，由于冶炼过程有问题，使有些坯锭的上半部质量不好，这就大大削弱了轮盘的强度，造成轮盘裂纹、破裂。

排故措施

在风扇转子损坏事故的原因找出来之后，针对故障的根源，相应地采取了一些排除故障的措施，其中包括临时措施与根本措施。

重新规定使用寿命 如前所述，在事故发生后，曾规定风扇轮盘只能工作一百五十次起落。既然最后查出故障是由于坯锭上半部质量不合格造成的，当然就应分别对待由上、下坯锭制造出的轮盘。因此，在未改变材料之前，将后者的使用次数提高为四百五十次起落，而对于前者则严格规定为只能用一百次起落。

增大轮盘厚度 在原材料未作彻底解决之前，为了加强轮盘，将新加工的轮盘厚度稍稍加大，当然，这就增加了轮盘的重量（约加大百分之十），虽然使整台发动机重量增加了，但为了保证飞行安全，这仍然是必要的措施。

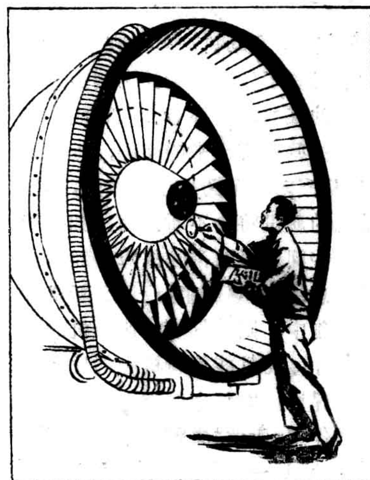
修改热处理规范 改变热处理的温度与时间，力求将零件在锻造后的残余应力彻底消除掉，使零件不承受这一有害的附加负荷。

上述三项是在根本措施尚未实施的过渡阶段中采用的临时措施。

改换原材料 用经过验证的质量合格的材料取代原有材料，从根本上解决了这个问题。

几点看法

从这两次重大的飞行事故中，可以看出，在航空发动机的设计、



查看 RB. 211 的风扇叶片

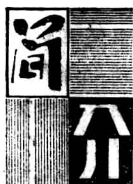
制造、选材、使用、维护等方面，稍有不慎，就会造成巨大的损失。特别是目前发动机性能水平大大提高后，发动机的推力大，流过发动机的空气量大，压力高，温度高等，使主要零件的工作条件变得更加恶劣；另方面，又要求将零件作得尽量轻。因此，在新研制的发动机投入使用前，对它的主要零件、部件、以及整台发动机，要进行多种多样的试验，以保障安全可靠。

对于发动机的零件，特别是一些重要零件，在生产过程中，对于原料的来源（例如冶炼的批次）、毛坯生产的炉号批次、热处理的情况（温度、时间等）到主要加工工序、表面保护的镀层等情况，都应作详细记载归档。这种原始制造过程的档案，加上发动机在使用中的使用情况记录档案，是了解每台发动机情况的重要资料，一旦发动机出现某些故障，这些资料则是非常重要的第一手材料，因此，对积累这些资料应予以充分的重视。

尽可能采取一些行之有效的措施，提前揭示发动机的故障，将其消灭在维修阶段，是颇为有利的。

人们说："使用中的故障是最终的试验。"一次在使用中发生的故障，通常等于做了一次破坏试验。当然，这种试验损失太大，应当尽量避免。但是，发动机一旦出现了故障，这正暴露了发动机设计、制造或使用中的某些薄弱环节。如果能认真对待这些暴露出来的问题，查出原因，从而对症下药地予以改进，则发动机的质量将会不断提高。如果能将这些问题以及排除故障的经验很好地总结，积累起来，应用于新机种的研制中，则不仅能加速新机的研制工作，而且能使新机种的质量有一定保证，对整个航空工业将起到促进作用。所谓**"失败者成功之母"**、**"吃一堑长一智"**，就是这个道理。

题图：王青生　插图：潘承诚



能否预测发动机的内部故障？

几十年来，各国发生的飞行事故是惊人的。第二次大战期间，美国空军由于飞行事故损失飞机约二万一千架，比被击落的飞机还多。从六一年到七一年四月，西德仅F—104G这一种飞机，就摔掉一百三十五架，死亡飞行员六十名。民航客机向来以飞行安全作为主要技术条件，但是，仅从一九七三年一月到七月，全世界的客机就发生了一等飞行事故二十七次，死亡人员达一千二百零二名。

最近五年民航飞机一等事故的统计资料表明，导致事故的原因中，以飞行员操纵错误最多，占百分之五十九点一，其次是发动机故障，占百分之九点一。发动机发生故障时，常常引起火灾，也容易使其他系统工作不正常，后果很严重。能否提前发现发动机的内部故障呢？实践证明，许多故障是可以提前发现的。下面简略地介绍几种方法。

滑油的光谱分析　大家知道，发动机的转子是高速旋转件，它依靠轴承支持在机匣上，轴承的磨擦面需要滑油去冷却和润滑；附件系统内的轴承、齿轮的磨擦面也必须润滑和冷却。发动机工作时，机件的金属都有不同程度的磨耗，磨下的金属粉末悬浮在滑油中不会沉淀，颗粒非常小，含量也很少，只有用光谱分析才能作出定量分析。发动机工作正常时磨下来的金属粉末数量很少而且增长率是不变的，当工作不正常时，金属粉末的数量增多，增长率也增大。因此，当滑油内某种金属含量或增长率超过一定的极限值时，就是这台发动机有故障的信号。再经地勤人员的试验和仔细检查分析，能有效地提前发现被滑油润滑的机件的损坏故障。

金属屑探测器　发动机内轴承和齿轮的磨擦面承受的应力最大，而且应力集中。这些零件在破坏阶段，表面的应力集中点会首先剥落，掉下较大的金属屑，在零件上产生小凹坑，造成更大的应力集中，因而更大的金属屑从零件表面上掉下来。这样，零件表面的破坏区域越来越大，掉下来的金属屑也越来越多，零件就会发生最后破坏。金属屑中，数量最多的是含铁金属，因此，在滑油系统中装一个磁性金属探测器，收集滑油里的金属屑，然后根据金属屑的状况来判断发动机是否正常，提前发现问题，把故障消灭在尚未发展到最后破坏的早期损坏阶段。

喷气发动机分析仪　专门利用这种仪器判断发动机热部件（即燃烧室、涡轮等高温部件）的状况。发动机的热部件是否发生故障取决于发动机的温度和工作时间，发动机温度越高，热部件损坏愈快。分析仪是一套记录和计算机构，包括一个程序机构指示器。指示器同时把排气温度信号连续地传给记录和计算机构。计算机构把温度和时间换算成热端系数。热端系数在计算机构上用累计数字表达出来。对每种发动机规定一个热端系数的允许最大值。如果发动机的热端系数接近允许的最大值，或者增长率过大，则表明这台发动机的热部件可能将要发生故障，必须进行检查。

通过加速试验、射线检验、振动监测……等方法也可预测发动机的故障。实际上，由于采取了各种措施，因发动机出故障而造成的飞行事故比率已经有所下降。（本）



电光鹰眼

——漫谈仿生学与航空之四

王书荣

鹰眼视野，视敏度高；电子光学技术的发展，有可能制造出类似鹰眼的系统。

有经验的强击机飞行员都亲身体会到，迅速而准确地发现和识别地面目标，是实现空对地攻击成功的一个较重要的因素。但是飞行员只凭眼睛来发现和识别目标，往往受到其视野和视敏度的限制。例如，飞机在六千米高空作水平飞行时，驾驶员只能看到两侧八、九公里，和前头一、二十公里的地面，而且也不容易发现和识别这个区域里的目标。

人们通常形象地把雷达称作"千里眼"，其实并不能用它来象人眼那样进行观察，虽然有的雷达也能显示照片似的图象，但由于无线电波的反射与可见光波不同，所得"照片"不那么逼真，仍看不清目标的轮廓。这样，要在空中发现地上的卡车，分清它是军车，坏车，或诱饵，用雷达是办不到的。

要克服这方面的困难，或许鹰眼会给我们以帮助。鹰眼以敏锐著称，翱翔在三千米高空的雄鹰，两眼虎视耽耽地扫视着底下的地面，能从许多相对移动着的景物中，迅速发现兔子，并准确地进行俯冲攻击（左下图）。

鹰眼的敏锐视觉，已被其视网膜的显微镜检查所证明。据估计，鹰眼中央凹视锥细胞密度高达每平方毫米一百万左右，而人眼的这个数字只有十四万七千。由于眼视网膜的理论分辨率正比于感受器密度的平方根，所以鹰眼约比人眼敏锐一至二倍。此外，鹰眼的视野近似球形，对运动目标很敏感，调节迅速，且其滤色系统也有助于识别目标。

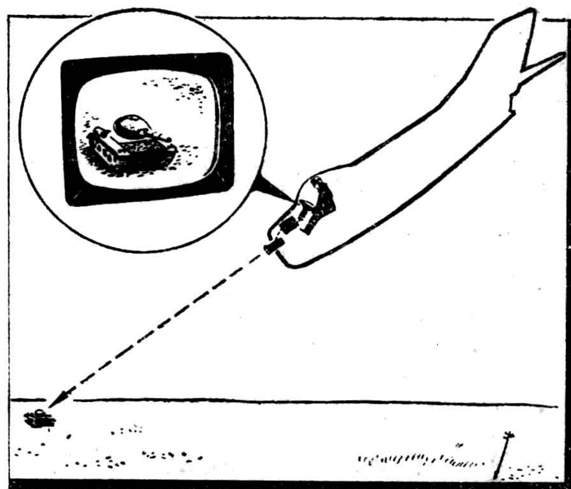
现代电子光学技术的发展，使我们有可能研制一种类似鹰眼的系统，为强击机飞行员提供一种地面视野不受限制、视敏度很高的电子光学观测装置。这种装置，实际上是一种带望远镜的电视摄象机系统。目标的光学象被放大后，由摄象管接收，它把图象变成电信号，并将其传送到驾驶舱，由电视屏把目标的象显示给飞行员（右下图）。飞行员能象用眼睛看东西那样使用"鹰眼"系统：搜索目标，用低分辨率、宽视野的系统（模拟眼视网膜外周）；仔细观察已发现的目标时，则用高分辨率、窄视野的系统（模拟眼视网膜的中央凹）。如果能做成类似的红外系统，还可用来进行夜间空袭。

这种系统除能使飞行员迅速而准确地发现和识别地面目标外，还应能控制发射远射程的电子光学或激光制导的武器。此外，"电光鹰眼"得到的图象还可以保存在录象带上，以备其后直接显示在电视屏上；或把观察到的情况，直接发往地面接收站，使指挥机关及时了解侦察到的情况。

·章振业插图·



鹰眼视野大，视敏度高，使鹰能在高空中发现兔子，并准确地进行攻击。



人造鹰眼系统把地面目标显示给飞行员，使他迅速而准确地发现和识别之。

(黑线)

防温钢板(灰)

A—A B—B C—C D—D E—E F-

机身剖面

挖孔胶接后填补

桨杆

减震器

固定轴

变距操纵摇臂

1. 旋转环扭力臂

2. 不旋转环扭力臂

自动倾斜器旋转环

桨叶变距操纵拉杆

固定环

纵向、横向操纵拉杆

模型的升力旋翼主要零件装配示意图

开门滑轨

向后拉开的后座进出门

无线电天线

可收放的停机锁紧装置

风挡雨刷

升力旋翼

(红)

(黄)

仪表板(黑)

操纵箱(深灰)

微调自动操纵把手(黑)

上机踏架

起落架离陆时位置

径向止推滚棒轴承

三叉摇臂

桨距操纵摇臂

拉杆

桨叶铰接式三叶尾部螺旋桨桨壳

航行灯

(左红右

发动机左视图

发动机右视图

制　作　说　明

1. 直升机的旋翼桨壳结构较复杂，在比例小的模型上只制出主要部件已合乎要求，制作时可将桨杆焊接在铜轴上，然后按图细心修理外型胶上各部件。(尾部螺旋桨制作方法相同。)

2. 桨叶可用硬木片制成。

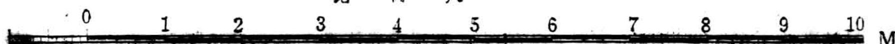
3. 整个模型着色后再细心安装透明舱盖。

4. 模型着色：除图内注明外，机身上部全白色(外加少许蓝)，线条及下面淡绿色(或朱红、淡蓝、橙黄)水平尾翼及垂直尾翼白色。起落架作动杆银色，轮环灰色，轮胎黑色，升力旋翼除桨叶外均为带绿的淡灰色。座舱内部米黄色，座位任意。

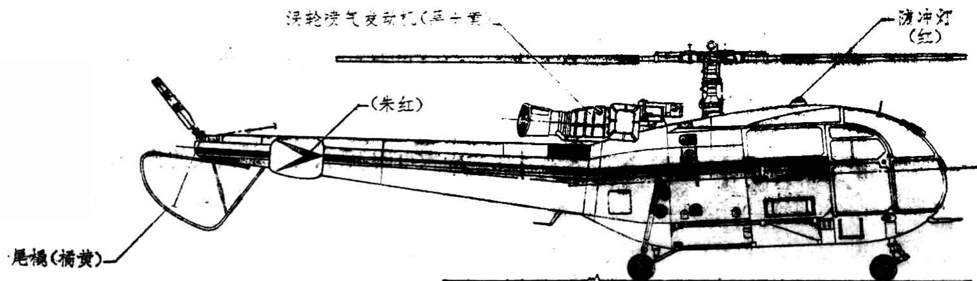
5. 桨杆与桨叶胶接可用环氧树脂。桨杆与轴套可用黄铜加工。

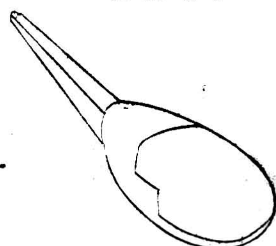
一种单旋翼喷气直升飞机(民用型)实体飞机模型工作图

比　例　尺

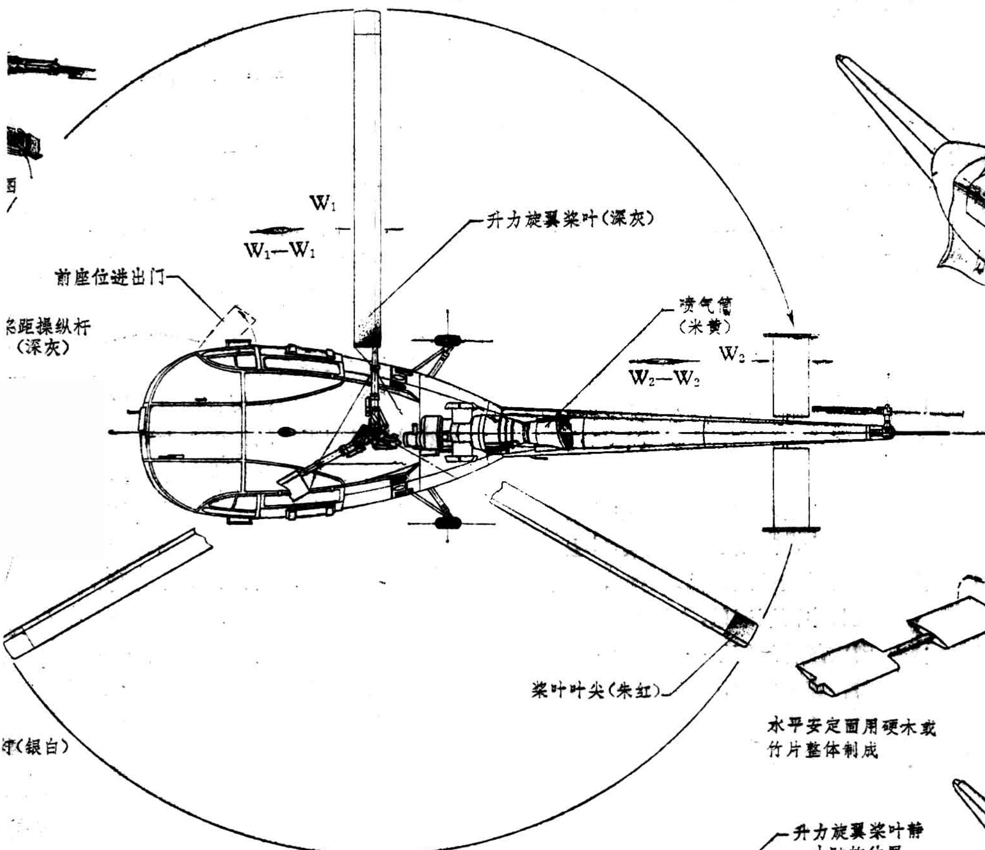


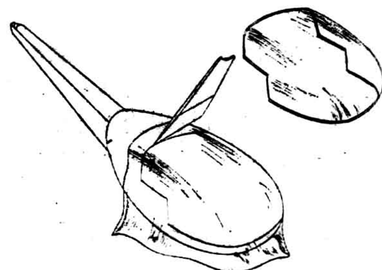
座舱制作



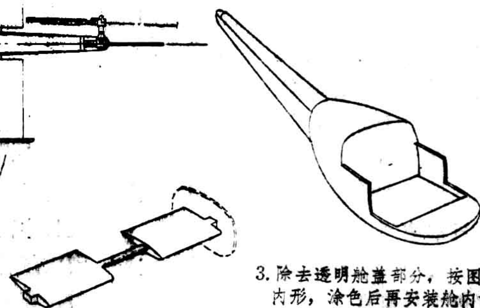


1. 制出机身，划出透明舱的线条。



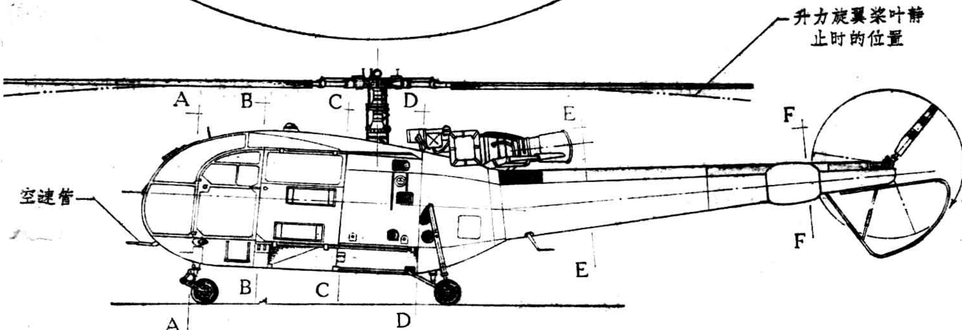


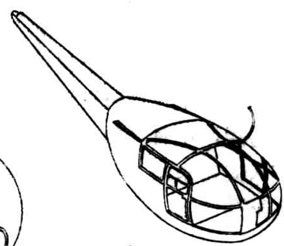
2. 在机上压出透明舱盖，依线割下。



3. 除去透明舱盖部分，按图雕出内形，涂色后再安装舱内设备。

水平安定面用硬木或竹片整体制成





4. 装上透明舱盖，按图贴上纸条（纸条先涂上淡灰色）。

制图： 1974.9.17.



碧空万里，阳光普照。中国民航的一架喷气客机，迅如闪电，从北京直飞东京。它那银白色的机身上，庄严的五星红旗，放射出夺目的光彩。同一时刻，日本航空公司的一架喷气客机，也从东京腾空而起，直航北京。这是今年九月二十九日中日两国直达航线正式通航的情景。目前，我国民航和日本航空有限公司每周各有两次班机在这条航线上往返。从北京直飞东京，只需三小时四十五分。以下是新华社记者报道中日航线首航的盛况。

在秋天的阳光下，中国民航首航日本的客机，载着中国友好访问团，从北京飞经上海，转折向东，越过碧波万顷的东海，沿着日本的西南海岸飞行。离东京不远，日本人民喜爱的富士山峰穿出茫茫云海，好像在欢迎飞机上的中国客人到日本访问。

同一天，日本航空公司的首航班机也从东京飞到北京。中日航线正式开航了。中国和日本这两个近邻之间的一道空中友谊之桥，飞架在东海之上。

日本自由民主党国会议员小坂善太郎，在乘坐首航班机访华前对中国记者说：中日之间的航路，是由许多人走出来的，今后有更多的人走在这条路上。这是谁也阻挡不了的。

从东京飞到北京的首航班机，还带来了日本北海道松前小学送给中国小朋友的珍贵礼品。两年前，这所小学的学生，为了庆祝中日邦交正常化，把他们精心培育的樱花树苗送到了北京。北京赞东小学的学生知道了这件事，在一九七三年元旦，通过北京电台的日语广播，向松前小学学生祝贺新年。今年八月，松前小学举办了日中儿童友好展览会，展出了赞东小学学生送给这所学校的纪念品。这次，为了庆祝日中两国通航，松前小学教师浅利政俊特地写了一首题为《孩子们的樱花》的歌，请松山芭蕾舞学校的作曲家宗像和谱了曲。这是一首富有日本童谣特色的歌。歌词中说：

“樱花送给北京的小朋友，
粉红的，雪白的，淡黄的，
暴风雨来临的时候，
也要精心地培育她。
盼啊，盼啊，
那一天，鲜花怒放，
香飘绿色的北京城。”

从北京飞到东京的首航班机，也带去了中国人民对日本人民的深情厚谊。机上的中国友好访问团团员中，有人大代表、工人、农民、赤脚医生、大学教授、参加边疆建设的学生、机关干部，有高山族、回族、维吾尔族、景颇族的少数民族代表，有来自农业战线红旗大寨大队和工业战线红旗大庆油田的代表，有来自革命圣地韶山和延安的代表，还有同日本一些城市结为友好城市的上海、天津、西安的代表。访问团到处受到日本人民的热情欢迎。

访问团同日本朋友的友好接触，在神户市的告别午餐会上出现了高潮。著名的京剧演员李丽芳演唱了《海港》选段《毛泽东思想东风传送》。日本航空公司董事千田图南男唱了日本民谣《划船曲》。日航驻大阪办事处的日本朋友弹起了“三味线”（日本三弦琴），唱起了祝贺日中开航之歌。最后，一些日本朋友和中国客人齐唱了中国歌曲和日本歌曲。整个餐厅里沉浸在中日友好的亲切气氛之中。

在京都近郊的延历吉旁边，访问团团员看到了一幅油画，上面画着一艘古代的日本航船在东海的怒涛上向中国航行。一千多年前，日本人民不怕惊涛骇浪，突破艰难险阻，前往中国寻求友谊。中国的鉴真和尚从扬州东渡日本，也是几经挫折才渡海成功，到达奈良。在他主持下修筑了唐招提寺。访问团团员看到了唐招提寺这样一些凝聚着中日两国人民悠久友谊的历史遗物的时候，深深为两国人民在困难的条件下增进友谊的努力所感动，也更加增强了在今后继续发展两国人民传统友谊的信心。现在，在中日邦交正常化两周年的时候，经过两国人民的共同努力，两国之间实现了正式通航，在两国首都之间来往只需要四个来小时。这种便利条件必将促进两国人民友谊的进一步发展。中日两国人民一定要世世代代友好下去！

题图设计：温承诚



直升飞机的地面效应和起飞着陆

李士土

甲：上次听了你讲的“直升飞机为什么会飞”以后，很有收获。今天给我们讲讲什么呢？

乙：准备讲点有关直升飞机的地面效应和起飞着陆的知识。

甲：什么是直升飞机的地面效应啊？

乙：“地面效应”也叫“气垫效应”。大家都曾听到或看到过有关“气垫器”的知识吧。气垫器是一种靠向地面喷气而形成的所谓“空气垫子”把机器抬起离地面一定距离，然后再前进的机器。这种机器平时人们称它为“气垫”车或“地面效应”飞行器（也叫“气垫效应”飞行器）。直升飞机在接近地面飞行或悬停的时候也有这种类似现象。当直升飞机接近地面飞行或悬停时，旋翼不断地把它上方的空气搅向下方，就好象地面效应飞行器向地面喷气一样，由于气流受到地面的阻挡作用，使直升飞机旋翼上下压差加大了，如同增加了一个附加升力。也就是说，如果发动机功率一定的话，直升飞机在接近地面时产生的升力，要比远离地面时的大。或者说，如果旋翼产生的升力一定的话，它需用的功率比远离地面时要小。这种因直升飞机近地悬停或飞行时，空气动力由于旋翼搅向下方的气流被地面阻挡而受到影响的现象，称为直升飞机的地面效应或气垫效应。

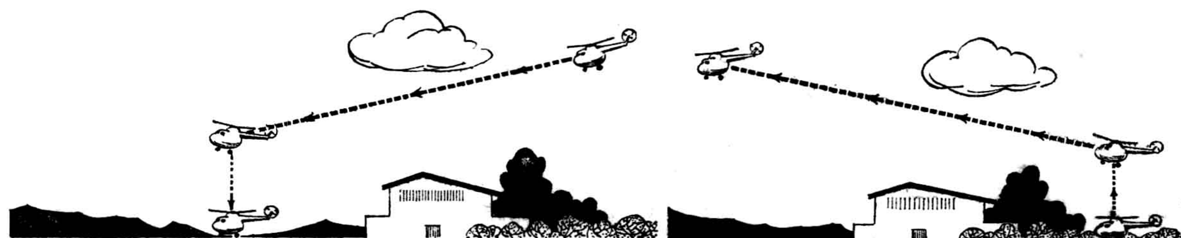
甲：这样看来，地面效应与离地的远近有关系罗！

乙：是的。地面效应的强弱，与直升飞机离地高度有很大的关系。离地越近，气流受到地面的阻碍作用越强，地面效应也越显著。对于地面效应和离地高度的关系，人们做了许多理论计算和实验。结果表明：当旋翼离地高度为其径的零点二倍时，地面效应引起的升力增加量超过无地面效应时的百分之三十；当旋翼离地面高度为直径的零点五倍时，升力约增加百分之十；当旋翼离地高度超过其直径的长度以后，地面效应即迅速消失。这里讲的是指直升飞机悬停时的情况。

甲：那如果直升飞机接近地面飞行时，地面效应对直升飞机的升力影响是否和悬停时一样呢？

乙：不一样。直升飞机在悬停时，气流是由上向下“直扑”地面的；而前飞时，气流是从前上方斜着向后下方流去。所以，前飞时气流受到地面的阻挡作用要比悬停时弱得多，即地面效应也就弱得多。由此可以看出，地面效应的强弱与直升飞机的飞行速度也是有关系的。飞行速度越大，则地面效应就越小。例如，有的直升飞机在平飞速度为每小时六十公里左右时，即使机轮离地只有二米高，也不会产生地面效应现象。

另外，地面效应还和地面的海拔高度有关系。大家知道，随着地面海拔高度的增加，空气密度就随之减小。所以，如果其他情况相同，地面的海拔高度越高，直升飞机旋翼搅向下方的空气量也就小，地面效应也就越弱。如有的直升飞机在海拔二千米的高度上作悬停时，即使机轮离地面约十米，地面



垂直着陆　　图一　　垂直起飞

效应也会完全消失。而在海平面上，大约要二十米才会消失。

甲：地面效应对直升飞机的飞行有什么作用呢？

乙：很明显，由于地面效应可以增加升力，这样就能增大直升飞机的起飞重量，从而提高载重量。

甲：直升飞机，直升飞机，不就是直升直降的飞机吗？它在起飞时一下子就离开了地面效应的作用范围，怎么还能增大起飞重量呢？

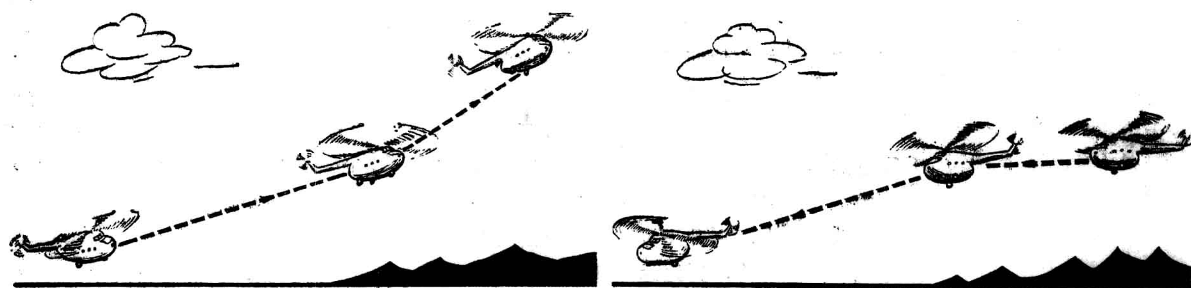
乙：不错，直升飞机是可以作垂直起飞和降落。正象不同的矛盾，要用不同的方法去解决一样，由于情况不同，起飞和着陆的方式也不会是单一的。虽然垂直起飞和着陆不能增加起飞重量，但有的起飞和着陆的方式，就能够利用地面效应，使起飞重量提高。现在，我们结合直升飞机起飞和着陆的方式，来谈谈直升飞机地面效应的作用。

刚才所说的直升直降，只是直升飞机起飞和着陆的一种方式。这种方式在起飞时，直升飞机先垂直离地上升到超过周围障碍物三至五米时进行悬停，然后再转入斜向上升；在着陆时，先下滑至高度离周围障碍物三至五米时进行悬停，然后再垂直下降接地。如图一所示。

这种方式的优点是能在小面积的场地起飞和着陆，如舰船甲板、山头和周围有较高障碍物（山、树、建筑物等）的野外场地等。另外，垂直下降也便于进入水上悬停。虽然它有这些优点，但是由于它需要发动机有较大的剩余功率，也就是说，当发动机功率一定的时候，直升飞机的载重量会减小许多，且上升率慢，操纵较复杂，因此，只要条件允许，一般都不用这种方式起飞和着陆。

甲：一般用什么方式起飞和着陆呢？

乙：一般采用正常起飞、着陆的方式。其过程是：起飞时，直升飞机先离地垂直上升三至五米，然后对准风向并向上斜线增速到接近上升速度时（此时高度约为二十五米），再转入斜向上升；着陆时，先以一定的下滑角（一般为 4°～6°）下滑，离地三至五米时进行悬停稳定，然后再垂直下降接地。如图二所示。



正常起飞　　　　图　二　　　　正常着陆

这种方式的最大优点是，由于飞行状态过渡平滑，变化缓慢，所以容易操纵。它常用在直升飞机以正常载重飞行，发动机有较多的剩余功率和场地净空条件较好的时候。

甲：直升飞机地面效应的作用是怎样体现的呢？

乙：除上述两种起飞、着陆方式外，还有载重起飞、着陆和滑跑起飞、着陆两种。这后两种方式，较明显地利用了地面效应的作用。

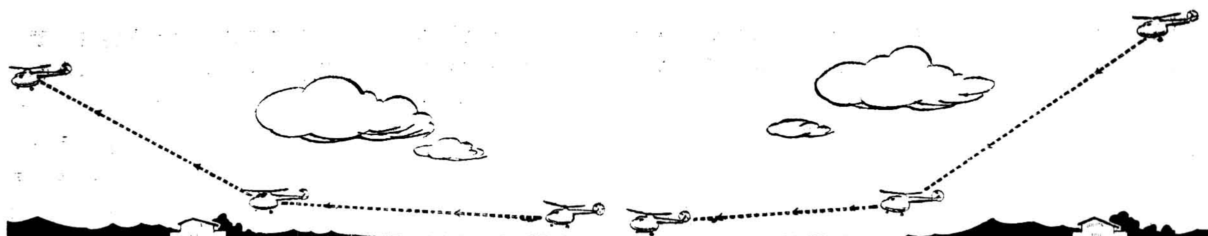
载重起飞时，直升飞机先垂直离地上升零点五米到一米，对风基本上沿水平线（实际上稍稍向上）增速，待接近上升速度后（高度约为十米），转入斜线上升；着陆时，减速下滑到离地三至五米高，基本上沿水平线飞行（实际上稍稍向下）以继续减速，当高度为一米时悬停，然后垂直着陆。如图三所示。

这种方式的优点主要是能充分发挥地面效应的作用，以加大直升飞机的载重量。所以，当直升飞机以最大载重飞行时，一般就采用这种方式起飞和着陆。

滑跑起飞时，直升飞机先在地面滑跑一段距离，到达一定速度以后，离地一点五至二米，然后平飞增速到每小时五十至六十公里时（即地面效应消失时），再转入斜向上升；着陆时，先减速下滑，在离地高度约三米时，继续减速平飞，速度减小到一定值以后，接地滑跑，最后刹车停机。如图四所示。

这种方式的主要优点是不但滑跑能增加旋翼升力，还能充分发挥地面效应的作用，使直升飞机尽可能地多装物资。与载重起飞、着陆相比，其区别是起飞和着陆的场地在一定条件以内，可以不受海拔高度以及温度、湿度等气象条件的限制。当直升飞机的载重量特别大，以至在使用了发动机的全部功率，直升飞机的悬停高度还不到一米的时候，如果场地平坦坚硬，就可以采用这种滑跑起飞、着陆的方式。

直升飞机地面效应的作用不小



载重起飞　　　　图　三　　　　载重着陆

吧？

甲：嗯！不小。究竟起飞重量增加多少呢？你举个例子说明好吗？

乙：好。例如有的直升飞机，在以垂直方式起飞时，起飞重量限额为六千公斤；以正常方式起飞时，限额为七千公斤；而用载重和滑跑起飞，则起飞重量可达到七千五百公斤以上。

当然，事物都是一分为二的。有的情况地面效应不但无利，而且还有害。例如，当直升飞机接近起伏不平的地面飞行时，在凸起的地面上空，就好比飞行高度较低，地面效应的作用就较为明显，为保持一定的高度，就要减小旋翼的功率，此时，如果正飞至凹陷地面的上空，便相当于飞行高度突然增加，地面效应很快消失，这就有因旋翼功率不足而使直升飞机坠落撞地的危险。所以，在起伏地区、灌木丛和森林上空飞行，一般都以较高的高度或较大的速度飞行，以摆脱地面效应的影响。

甲：嘿！我发现一个问题，就是在这几种起飞、着陆方式中，不管哪一种，在起飞转入上升时都不是采取垂直上升，而是斜向上升的，这是为什么？

乙：这个问题问得很好。我们知道，直升飞机的飞行动力来自发动机，正是由于发动机作功，直升飞机才能飞翔在万里蓝天。为了说明问题，我们先来谈谈剩余功率。所谓剩余功率，就是发动机的可用功率减去旋翼需用的功率而多余下来的功率。直升飞机是依靠发动机的剩余功率作上升飞行的。剩余功率越大，上升率就越大；剩余功率越小，上升率就越小。由于直升飞机发动机的可用功率变化不大，所以剩余功率的大小是由旋翼需用功率的大小来决定的。在直升飞机垂直上升时，由于需用功率较大，这样剩余功率就比较小，此时，即使发动机使用最大马力作垂直上升，上升率也是不大的；在直升飞机有前进速度时，例如斜向上升，由于需用功率是随飞行速度的增加而减小的，也就是说，剩余功率是随飞行速度的增加而增大的，所以上升率也随着增大。当前进速度增至一定值——经济速度时，由于需用功率最小，剩余功率最大，所以可获得最大的上升率。其数值较垂直上升的上升率大零点五倍至一倍。显然，要上升到一定的高度，斜向上升要比垂直上升快。所以不管以何种方式起飞，在转入上升时，都采用斜向上升。

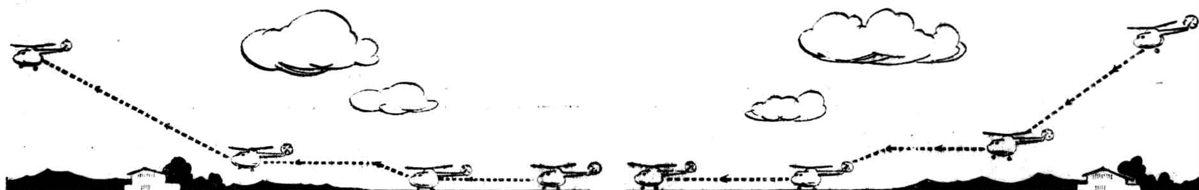
也可以这样去理解：如果直升飞机的需用功率相同，因为有前进速度时，旋翼产生的升力要比垂直上升时大些，所以斜向上升要比垂直上升快些；或者说，要得到相同的上升率，斜向上升比垂直上升需用的功率要小些，所以斜向上升要比垂直上升经济合算。

甲：啊！原来是这样。

乙：由于斜向上升比垂直上升快一些，这对直升飞机较快地飞越“回避区”，保证飞行安全也有很大的意义。所谓回避区就是指的某一个高度范围，在这范围内，如果发动机停车，驾驶员便来不及使直升飞机进入自转状态，这就容易造成事故。飞越出回避区以后，如果发动机停车，驾驶员便可从容操纵直升飞机，使它进入自转，象滑翔机一样滑翔着陆，这就保证了飞行安全。

今天就讲这些，如有错误，欢迎大家批评指正。

插图：李　加

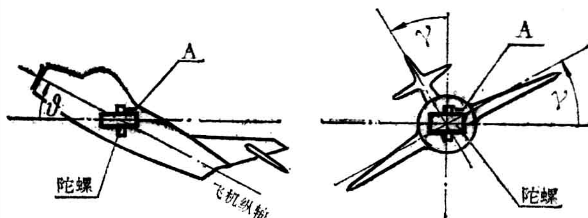


滑跑起飞　　　　图　四　　　　滑跑着陆

航空陀螺地平仪

齐　力

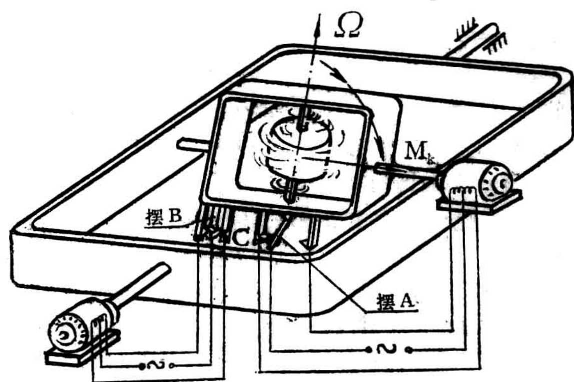
飞机在空中飞行，除了水平飞行以外，还要爬高、下滑、转弯、盘旋，歼击机还要作横滚、翻斤斗……完成这些动作主要靠改变飞机的飞行方向及飞行姿态来实现的。如飞机爬高，机头必须上抬；飞机下滑，机头必须向下；飞机转弯，则要改变飞机的飞行方向及机身稍作倾斜，靠两动作的协调来完成。



图一　飞机姿态的表示

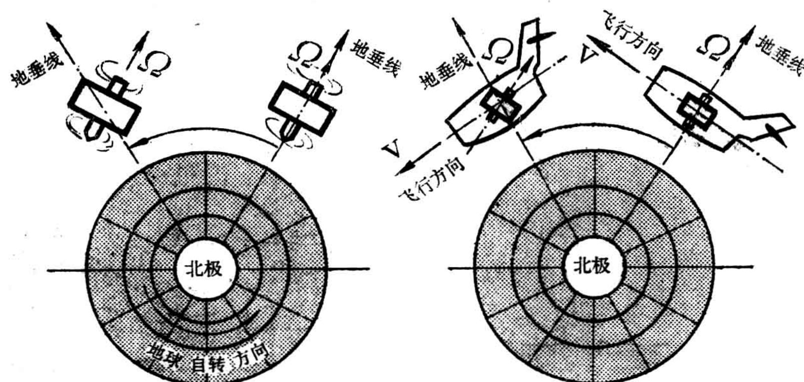
所谓飞机的姿态也就是它的俯仰角和倾斜角。这两个角度通常是这样来表示的，假如飞机上有一个平面 A(见图一)，这个平面始终和地平面相平行，当飞机抬头或低头时，飞机纵轴与这个平面之间的夹角 ϑ 就是飞机的俯仰角。而倾斜角就是飞机的对称平面绕纵轴转过的角度γ。

由此可知，要测得飞机的姿态角，在飞机上就要有一个地平面基准，而地平面又是和地垂线相垂直的，地垂线可用摆来重现。我们知道，一个悬挂着的重物也可简称作摆，它总是下垂的，因此摆所指的方向就是地垂线的方向，知道了地垂线也就知道了飞机下方的地平面。但是，摆在外界干扰力矩的影响下，如飞机加速、减速、盘旋等，容易偏离地垂线，即使干扰力矩消逝，摆仍然要在地垂线的附近振荡。这样摆所重现的地垂线以及与地垂线相垂直的地平面都不能作地平面的基准。如何解决这个矛盾呢？三自由度陀螺

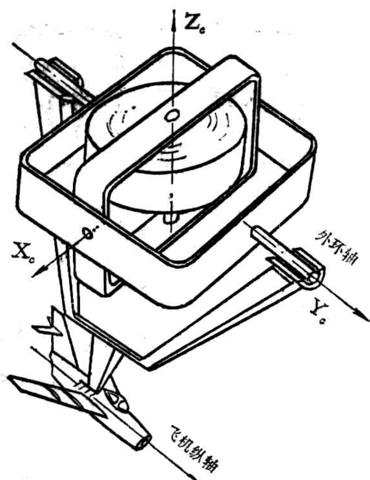


图三　地平仪的原理示意图

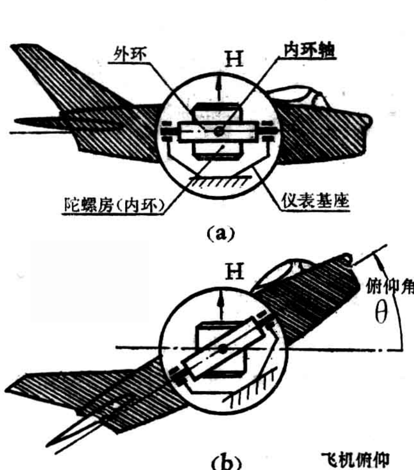
的特性给我们提供了解决这个矛盾的途径。三自由度陀螺有保持转子轴在惯性空间方向不变的特性（见第十期《陀螺与惯性导航》一文），因此可以用它来稳定方向。但是，新的矛盾又出现了，地球以二十四小时转一圈的速度绕自转轴自转，这样地球上除了两个极点以外任何一点的地垂线都在惯性空间不停地变动；另外，飞机在地球上空飞行，飞机所在地垂线方向在惯性空间也同样不断地变化（见图二）。这都会造成起初与地垂线相重合的转子轴逐渐偏离地垂线，起不到稳定方向的作用。为了使三自由度陀螺的转子轴稳定地指向地垂线，还需利用陀螺的另一个特性，即进动性。当陀螺转子轴偏离地垂线时，在相应的轴上施加修正力矩，使陀螺进动，修正转子轴回到地垂线方向，修正转子轴位置的

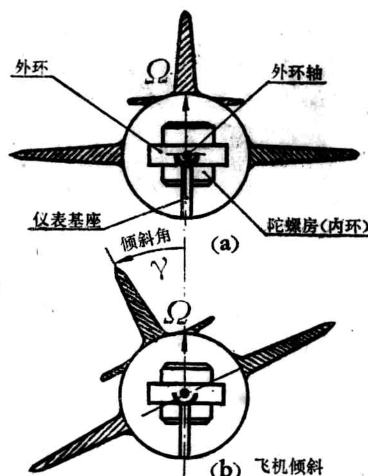


图二　飞机所在地垂线方向的变化



图四　地平仪在飞机上的安装





图五　怎样测量飞机的俯仰角及倾斜角

装置一般称为修正装置。

综上所述可以看出，三自由度陀螺有稳定方向的能力，但不能自动地敏感地垂线的方向；而摆能敏感地垂线的方向但不能进行方向稳定。我们知道航空地平仪既需要敏感地垂线的方向又需要进行方向稳定。因此，我们自然而然就会想到将这两者结合起来，再加上修正装置，不就构成了航空陀螺地平仪吗？实际正是这样。

请参看图三，就是这两者结合起来的工作情况。当陀螺转子轴绕外环轴偏离地垂线时，摆A在重力作用下，与电极C接通使安装在内环轴向上的力矩马达M_1得到电信号，力矩马达沿内环轴产生修正力矩，于是，陀螺绕外环轴进动，转子轴又回到地垂线位置。摆也回到中间位置，与电极断开，力矩马达也不再产生力矩。当转子轴绕内环轴偏离地垂线时，另一个摆B输出电信号给安装在外环轴向的力矩马达M_2于是沿外环轴产生修正力矩，转子轴绕内环轴进动直到重新回到垂线位置。这样陀螺转子轴就经常地稳定在地垂线方向。转子的旋转平面即可表示地平面。因而在飞机上建立起一个稳定的地平面基准。

有了基准就可以用比较的方法测量飞机的俯仰角和倾斜角。将陀螺地平仪安装在飞机上，使外环轴与飞机纵轴相平行(见图四)。转子轴在修正装置的作用下始终稳定在地垂线方向。飞机俯仰角和倾斜角的测量如图五所示。

为了使飞行员能随时了解飞机的飞行姿态，陀螺地平仪必须将测得的俯仰角、倾斜角既方便又直接地显示出来，供飞行员判读，以保持飞机的正常飞行。为了更好地了解这个问题，下面我们以歼击机远读陀螺地平仪为例加以介绍。大家知道，歼击机的特点是速度快，机动性高，姿态角可能在三百六十度内变化，而且变化速度很快。这样便要求远读陀螺地平仪也应具有灵敏度高，工作准确可靠，在飞机任何飞行状态下都能正常工作的优点，一般这种陀螺地平仪是能满足这些要求的。

远读陀螺地平仪是由传感器和指示器两部分组成的。传感器是测量飞机的俯仰角和倾斜角的，并用电讯号远距离传输给指示器显示。指示器是正确形象显示姿态角的，它安装在驾驶员正对面的仪表板上。指示器内有一个作成筒形的俯仰刻度盘，上面有表示角度的刻度，其上半部涂成天兰色，代表天空；下半部涂成褐色，代表地面。倾斜刻度盘作成环形，还有一个小飞机代表指针。

航空陀螺地平仪的具体显示过程，本期封三以飞机作斤斗和半斤斗翻转动作为例，介绍得比较详细，这里就不重复了。

地平仪　分气动航空地平仪和电动航空地平仪。它们的主要部分都是一个三自由度的陀螺。气动地平仪的转子由空气气流吹动旋转，结构简单，但其转速受飞行高度的影响，因此使用就受到一定的限制。电动地平仪的转子就是一个小电机，整个地平仪结构就显得复杂得多。电动地平仪又可分为直读式和远读式两种。直读式地平仪是直接通过指示机构显示测量结果。但存在准确性和灵敏度不够高，指示真实感较差等缺点。远读式地平仪则通过传感器输出讯号，由远距传输装置输送到指示器进行显示的，克服了直读式地平仪的缺点。

航空医学一问答

为什么飞行员患了感冒不宜飞行？

田振明

流行性感冒（简称流感）和感冒（亦称伤风）都是常见的呼吸道传染病；前者由流感病毒引起；后者是感冒病毒所致。前者致病力强传播快；后者致病力较差传播较慢。这两种病毒在日光、高温和干燥条件下抵抗力差，容易死亡，故在夏秋季较少发生。冬春季气候寒冷，人们在室内时间多，又因门窗紧闭，室内空气不流通，利于病毒生存传播；同时冬春气候多变，如不注意冷暖，人们受到寒冷刺激，抵抗力降低，即易发病。

感冒主要表现是上呼吸道症状，如鼻塞、流涕、喷嚏和咽痛，全身症状较轻，体温正常或发点烧。经适当休息，多饮开水，对症治疗，即可恢复。流感来势猛，全身症状重，高烧、寒战、头痛、浑身酸痛、全身疲倦，而上呼吸道症状出现较晚或不出现。流感要卧床休息，对症治疗和积极预防併发症。

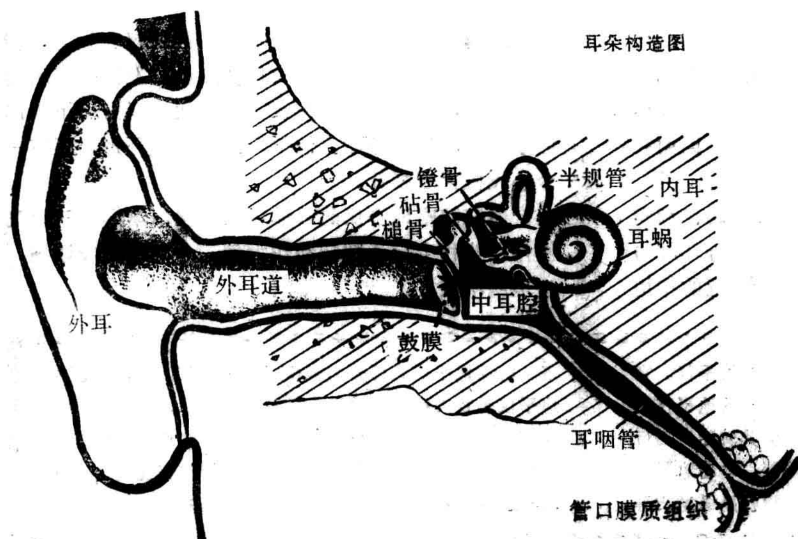
不少人患了感冒，还能坚持工作，但飞行人员患了感冒则要暂时不能飞行。这是为什么呢？

为了说明这个问题，需要简单地介绍一下耳部和鼻腔的构造特点(见图)。我们的耳朵（耳壳）中间有一个伸向内部的管道，叫做外耳道，外耳道的内端由一片薄膜封住，这薄膜叫做鼓膜，这是接受空气中传来的声波的必要结构之一。这个鼓膜为了能很好地接受声波而振动，要求里外的气压相等。但我们生活环境的大气压力是随着气象的变化不断地有上升和下降的波动的。当飞行员和飞机乘客坐在飞机里面上升或下降，由于空气密度越往高处越稀薄，高空的气压要远远低于地面的大气压，因此在人们升降过程中，外界压力在激烈地改变着。鼓膜的内面有一个空腔，叫做中耳，有一个狭长的耳咽管，开口在咽部，和鼻咽腔相通。这是使中耳腔压力能和外界大气压调节平衡的唯一通气管。但是耳咽管的管口有肌肉控制的活门，不经常开放。只在我们作吞咽或打呵欠动作时管口才开放，使鼓膜内外的压力一致，保证鼓膜的正常位置和功能。另外鼻子附近的头骨中间是有空洞的，左右对称地有四对。它们都与鼻腔相通，有和鼻粘膜同样的粘膜被复着。这些腔叫做副鼻窦。患感冒时，鼻腔和咽腔的病毒迅速繁殖，促使鼻腔和咽腔的粘膜充血肿胀，分泌物增加。开口在这里的耳咽管口和副鼻窦口就会变窄或被堵死。如果这时仍去飞行，中耳腔及副鼻窦内的压力不能和外界剧烈变化的大气压取得平衡，使鼓膜内外两侧压力相差悬殊，就会引起耳鼓膜外突或内陷（在飞机下降时特别容易发生），引起剧痛、充血或出血，付鼻窦也出现剧痛和炎症，产生航空性中耳炎和航空性副鼻窦炎，甚至形成久治不易痊愈的慢性病。

感冒时，潜伏在鼻腔和咽腔的细菌也会迅速繁殖，当飞行下降时，由于外界气压迅速增高，鼻腔和咽腔的脓性分泌物可随空气压入副鼻窦和中耳腔，造成急性化脓性鼻窦炎或急性化脓性中耳炎。

重感冒和流感对人体影响大，由于病毒放出大量毒素，随血流经全身，刺激各器官，会出现全身不适，头痛、发烧等中毒症状，导致飞行耐力显著下降。这时如果飞行，容易出现黑视（做特技时自觉眼睛发黑）晕厥（一过性意识丧失）、晕机病（恶心、呕吐、出汗、无力）、错觉等反应，危及飞行安全。据国外报导，流感痊愈后十二天内容易发生虚脱、无力状态可持续到第十至第十五天，这期间进行飞行都是不安全的。

飞行员患了感冒，要报告航空医生，采取防治措施，保证飞行安全。



飞行员如何预防感冒？

感冒常被人们忽视，认为是“小毛病”，殊不知小毛病能引起大毛病，它往往容易併发副鼻窦炎、中耳炎、气管炎和肺炎等病。感冒飞行还能引起航空性中耳炎和副鼻窦炎，甚至出现晕厥、晕机和错觉等反应，因此预防感冒是一项重要工作。

感冒是借飞沫传播的，据研究，人在说话或咳嗽的时候，几分钟内能喷出唾沫星子几百至几千滴；打喷嚏时，一次能喷出一至两万滴。大声谈笑时，唾沫星子每秒钟可飞十六米；打喷嚏时，沫子每秒钟飞行超过四十米，所以医学上称为“飞沫”。较少的飞沫能在空气中飘荡数小时，飞沫因体积较小，可直接吸入肺内，因此感冒患者在咳嗽或喷嚏时，要用手帕捂住口鼻，防止疾病传播。

加强体育锻炼，增强体质，增强抗病能力。秋、冬季时开展早晨长跑，对于预防感冒起重要作用。

经常用冷水洗脸、洗脚以及冷水浴。提起冷水浴，有人会担心说：“冷水淋了，会伤风感冒”，其实不然。冷水浴能使皮肤上的神经受到冷的刺激，肌肉和血管收缩，皮肤上出现“鸡皮疙瘩”，皮肤苍白，体内热量不易散失。过一会儿，肌肉松弛，血管舒张，“鸡皮疙瘩”消失，皮肤恢复了红润。要从夏秋季就养成洗冷水浴的习惯，持之以恒，经受冷的刺激，这种适应能力不断增强，再受到风寒时就不易感冒了。

要随气候变化适时增减衣服。出大汗时，不要立刻脱衣以免风吹着凉。机场地面开阔风速大，飞机座舱内外温度差别大，在飞行着陆后，不要下飞机就立即解衣脱帽。运动后要及时换下潮湿的内衣，穿好衣服。睡眠时盖好被子。

搞好室内外卫生，经常通风换气。冬天室内温度不可过高，保持一定的湿度，否则室内外温度相差太大，外出时易感冒。

感冒流行时，可用食醋蒸馏法消毒室内空气。部队驻地有感冒流行时，要减少室内集会活动，控制飞行人员外出。



为什么飞机下降时常感到压耳朵？

张太昌

现代飞机虽都有增压密封座舱，使飞机座舱内保持一定的压力。但其在高空所保持的座舱内压力一般仍低于一个大气压。例如旅客机约为0.6大气压，战斗机则只有0.3大气压。这样，当飞机从高空下降到地面时，座舱内压力就从0.3或0.6大气压逐渐增加至地面的一个大气压，这一座舱内压力的变化，是构成“压耳朵”的外界因素。

再从上文看耳朵的结构，位于外听道与中耳腔分界面上的鼓膜，是接收外界声波的传感器。在正常情况下，它象一张张紧的鼓皮，是处在一个内外压力平衡的中间位置。鼓膜外侧的外听道直通外界，而鼓膜内侧的中耳腔却好象一只以耳咽管为袋口的袋子，且平时袋口总处在关闭状态。这一特殊的结构是构成“压耳朵”的重要内因。

当人处在由低空升入高空时，外界大气压力逐渐降低，外听道压力也随着下降，这时，中耳腔原存压力高于外界，中耳腔内的压力就挤开耳咽管管口自行释压，使鼓膜两边压力很快又达到一个新的平衡。

但当人处在由高空返回地面时，外界大气压力逐渐增高，外听道压力也随着升高。这时，中耳腔内原存压力低于外界，使中耳腔不仅无能力使耳咽管管口开放，相反，由于外界压力压迫耳咽管管口的膜质软组织，把耳咽管管口关得更紧了。这样，随着外听道压力逐渐增高，而中耳腔仍维持在高空停留时的低压状态，愈来愈大的压力差值作用在鼓膜上，使鼓膜向里凹陷。鼓膜离开原来中间位置的变形，传递到中耳腔的三块小骨（槌骨、钻骨、镫骨），最后传到内耳的耳蜗，通过神经系统传到人的大脑，使人感到耳朵受压、疼痛、和短暂的听不见声音。

由于这种症状是因中耳腔内压力低于外界，使鼓膜受压变形引起。此时，只要我们作一些吞咽和咀嚼动作，例如在旅客机降落时送一些奶糖供旅客咀嚼，这样由于肌肉的牵制，强迫耳咽管管口开放，使外界较高的压力由鼻咽腔进入中耳腔，最终鼓膜两侧压力平衡，就可消除压耳症状。

大多数乘坐现代旅客机的旅客并不发生不适症状，对少数曾患过中耳炎或正在感冒的旅客，可能会在客机下降过程中引起耳痛和短暂的失听。因为它是由机械压力造成的病痛，故一般下机后，一旦中耳腔压力与外界平衡后，症状自然消失。



图-154的坠毁

本栏解说：京 菁

图-154是苏修为争霸世界民航空运、企图挤入西方飞机市场而研制的新型喷气客机。最近一架图-154在开罗附近摔得机毁人亡，埃及宣布取消购买这种飞机的合同。这是继去年图-144在巴黎当众出丑以来，苏修称霸野心遭到的又一打击。

今年七月十日，埃及航空公司的一架图-154型喷气客机，从开罗机场起飞作训练飞行。起飞后不久，就坠毁在机场附近的沙漠里，机上的两名埃及飞行员和四名苏联教练人员当场身亡。据中东社七月十日电讯引用目击者的报告说：这架飞机是在离开罗国际机场大约三公里的上空爆炸的。埃及航空公司原来计划要从苏联购买八架图-154型客机，坠毁的这架就是其中之一。准备使用这种飞机的埃及航空公司，刚刚开始接受苏联派来的教练人员训练埃及驾驶员，就发生了这桩严重的机毁人亡事故。

事故发生后，埃及任命了一个技术委员会来调查这个事件，并且下令在埃及的图-154型客机从七月十一日起一律停飞。在调查中，埃及专家们发现这种客机有多达十五种的毛病。据埃及《今日消息》周刊九月二十八日报道，由于调查结果说明苏联制造的图-154型客机毛病甚多，埃及航空组织已经决定取消去年向苏联购买八架这种飞机的合同，并将要求苏方退回已付款项，赔偿这种飞机不能飞行所造成的损失。

对苏修野心的打击

图-154型飞机是苏联最新发展的一种中远程喷气客机。按苏联命名飞机型号的习惯，图波列夫设计局所设计的喷气客机，由图-104（一九五五年初次试飞，总共约生产了二百架）开始，按研制时间的先后，分别被称为图-114（一九五七年初次试飞，系远程涡轮螺桨式客机，只生产了二十几架），图-124（一九六〇年初次试飞，系短程涡轮风扇式客机），图-134（一九六三年初次试飞），图-144（一九六八年初次试飞）。图-154是最近的一种，一九六八年首次试飞，一九七二年二月才开始投入客运航线使用。苏联设计制造这种飞机的目的，一方面是打算用它来替换以前生产的一批逐渐陈旧了的中程客机，如图-104、伊尔-18和安-10（前者是涡轮喷气式客机，于一九五五年开始加入航班使用，后两者都是涡轮螺桨式客机，于一九五九年开始使用）；另一方面，苏修为了同美帝争霸世界，竭力想挤进西方民航飞机的市场，图-154就是被苏修头目寄予很大期望的一个机种。这次图-154坠毁沙漠和埃及决定取消定购，是对苏修这种企图的一个打击。

近年来，苏修出于推行大国霸权主义和扩张政策的需要，在拼命加强军备竞赛、发展军用飞机的同时，也在竭力发展民航飞机。特别是想在军火出口的同时，也在民航飞机的出口上，打入西方市场，捞取外汇，抢夺美、英、法等国的生意，并且竭力向广大第三世界国家

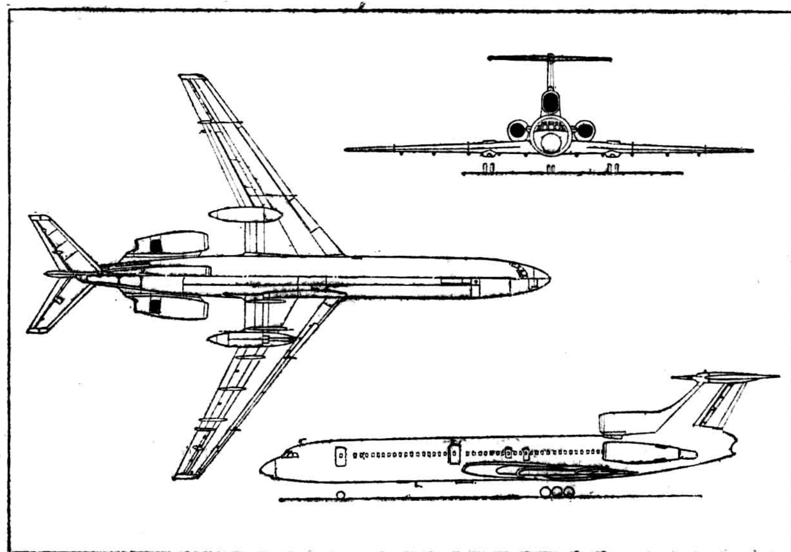


图-154型飞机主要数据

一、尺寸：	翼展	37.55米
	全长	47.90米
	全高	11.40米
	翼面积	201.45平方米
	主轮距	11.50米
	前后轮距	19.00米
	机舱高	2.02米
	机舱宽	5.08米
二、重量：	最大起飞重量	84,000～90,000公斤
	最大着陆重量	68,000～80,000公斤
	最大商务载重	20,000～21,500公斤

推销它的飞机，企图对发展中国家加强剥削和控制。为了实现这个目的，若干年来，苏联航空工业在喷气客机的设计生产上，效法西方一些销路较广、设计比较成熟的机种，相应地发展了几种新一代的喷气客机。这大体上可以分成短程、中程、远程和超音速民航机等几类。

在十年左右的时间里，苏联制成了五六种有代表性的民航客机。在短程或短中程方面，先后制造了安-24和雅克-40，安-24采用涡轮螺桨发动机，载客五十人，于一九六三年开始使用，仿效的是荷兰F.27型友谊号飞机（一九五八年开始使用）；雅克-40采用涡轮风扇发动机，载客三十四人，于一九六七年开始使用。在中程方面，制造了图-134型涡轮风扇式客机，载客八十人左右，一九六七年开始使用，其外形和大小同英国的BAC.111以及美国的DC-9非常相似。在中远程方面，制造了图-154，它显然仿效了美国的波音-727飞机（一九六四年开始使用）。在远程方面，制造了伊尔-62M-20型涡轮风扇式客机，载客一百八十人左右，一九七二年以后开始使用，外形和大小仿效英国的超级VC-10型飞机（一九六五年开始使用）。超音速客机就是图-144，尚未使用，其外形仿效英法合作研制的"协和号"超音速客机，有"协和斯基"之称。

尽管苏修竭力迎合西方市场的口味，想把自己的货色推销出去，但是由于技术的落后，仿效西方同类飞机造出来的东西，往往比不上那些老牌货色。西方航空市场认为苏制客机质量粗糙，使用成本较贵，有的还不可靠，因此苏制客机在西欧和北美很少有人问津。苏制客机相形见拙，只得采取压低价格，廉价兜售的办法。在西欧，雅克-40的售价，仅及西欧出品的同类飞机VFW614的二分之一；据说在推销给南美有的国家时，其售价甚至进一步减低到同类飞机的四分之一。即使这样，在前述的苏制客机中，看来安-24、图-134和伊尔-62几乎没有什么希望得到西方航空公司的购买，因此苏修把民航客机出口的希望，主要寄托在雅克-40和图-154这两种飞机。雅克-40计划生产六百架，苏修指望以廉价推销出口百分之十；图-154曾经被扬言要生产五百架，可是到去年除了苏联民航自用以外，只有东欧一些国家要了几架。苏修原来指望埃及订购的八架一旦加入国际航线飞行，它就可以吹擂一番。谁知道它的飞机又不争气，还没使用就在非洲的沙漠里烧成一堆破烂，被人家公开退了货。这下子，再要把这种飞机向别的国家推销，就更不容易了。

图-144型超音速客机的境况也不美妙。去年在巴黎航空展览的飞行表演中，一架这种飞机当着成千上万的观众面前，在空中解体坠毁了（参看本刊今年一月号《图-144是怎样解体的》）。事故发生以后，法苏联合组织了一个调查组，寻找失事的原因。结果花了半年多时间，还是弄不出什么名堂，只好草草结束，宣告"失事原因不明"。图-144曾经被吹嘘为苏联航空工业之花，在声誉扫地以后，苏修头目硬着头皮，宣称图-144"生产计划不受影响"，打算在一两年内开始在其国内航线上使用。它的出口推销，看来又是一场水中捞月。

对于发展中国家，苏修一贯以劣质次货塞给人家，以经济援助为幌子，行欺诈剥削，损人利己的勾当。这次埃及的图-154事件，不过是又一个最近的例子。

图-154型飞机简介

下面，根据国外报刊的资料，介绍一下图-154是一种什么样的飞机（参看三面图及其主要数据）。

图-154上装有三台HK 8-2型涡轮风扇发动机，安装位置在机身尾部。尾部左右两侧各有一个发动机短舱，另一台发动机装在机身尾部上方（参看三面图）。每台推力九千五百公斤。飞机具有后掠形的下单翼，高配置的水平尾翼；机翼内有燃料箱，标准载油量四万一千升，最大载油量四万六千八百升。机翼下方左右各有一个六轮小车式主起落架，前机身下方有一个双轮前起落架。飞机在地面滑行时的最小转弯半径为二十四点六米。它是苏制客机中首次采用前缘缝翼的飞机，这种增升装置和其他襟翼等配合使用，使其能在两千米的跑道上起降。

图-154是在一九六八年十月首次试飞的。到一九七〇年底，共制造了六架供试验和试飞使用。一九七一年初，第七架开始交付苏联民航在国内航线试航和训练；次年二月开始投入莫斯科和北高加索之间的长约一千三百公里的航线上飞行。它的载客数量，按照航程远近和机内安排的不同，从一百二十八人至一百六十四人不等。飞机驾驶舱内有三名飞行员：正副驾驶员并排坐在前面，第三名是随机工程师，坐在正驾驶员的后面。

三、性能： 最大水平速度（高度11,000米时）M＝0.9
快速巡航速度（高度9,500米时）975公里/小时
经济巡航速度（高度11,000米时）900公里/小时
远程巡航速度（高度11,000米时）850公里/小时
起飞滑跑 2,100米
进近速度 235公里/小时
最大商载航程（154名旅客及其行李，加5吨货邮，并剩余一小时油量） 2,320公里
最大油量航程（70名旅客及其行李，并剩余一小时量） 6,900公里



无线电操纵模型飞机的操纵技术

杨宇峰

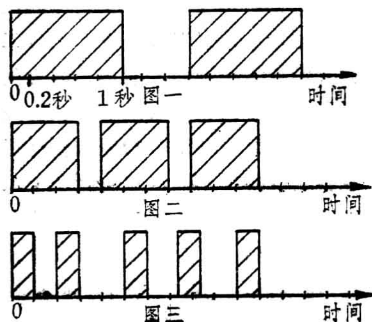
广大青少年航模爱好者，经过弹射、牵引、橡筋动力及线操纵特技模型飞机的制作后，有的在做或在试飞无线电操纵模型飞机。

一架无线电操纵型飞机制好后，怎样操纵它从起飞、作各种动作到安全着陆呢？作为对空射击训练用的靶机，怎样保证按时在所定空域完成各种动作，供民兵对空射击训练呢？除了模型飞机性能外，将取决于对无线电操纵模型飞机的操纵技术。

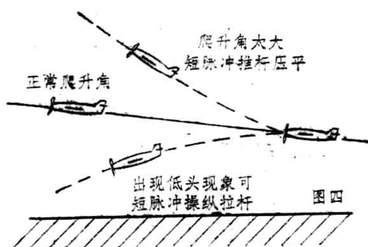
为了进一步贯彻毛主席的无产阶级体育路线。提高警惕、加强战备。许多学校和工厂开展了航模活动，制作了无线电操纵模型飞机，促进了同学们德、智、体的全面发展，同时提高了广大民兵对空射击的军事技能。这里谈谈多通道无线电操纵模型飞机的操纵技术。

一般的飞机操纵后，舵面即停留在某一角度，而无线电操纵的模型飞机（以下简称模型飞机）多采用不成比例的操纵方法，即当发射机发出信号时，舵面偏转一个固定角度，停发信号时舵面自动回到原位。因此要使舵面能够控制在偏转范围内某一个角度上，就只能采取点发脉冲信号的方法来实现。其特点是通过改变每次点发信号的长短和间隔大小，获得一个操纵与不操纵的平均量。

操纵时可采用长、中、短脉冲操纵方法。长脉冲操纵方法用于急转弯、解除螺旋和解除危险动作等，需要较大操纵量时使用。它的方法见图一。采用长信号，大间隔，一般发射信号的时间（即手按住操纵开关的时间）为1秒左右，间隔（手不按操纵开关的间隔时间）可取在0.5秒至2秒。一般情况下使用中脉冲小间隔操纵，如直线飞行时修正方向偏差和大半径转弯等，如图二所示，信号时间为0.5秒左右，间隔为0.2秒左右。在进行俯冲时修正方向量和低空飞行操纵升降等，应使用短脉冲和不同的间隔，使模型飞机姿态改变比较柔和。短脉冲信号一般为0.2秒左右。见图三。



图一 图二 图三



图四

操纵者在操纵模型飞机前，应记熟模型飞机在空中飞行的各种位置和相应的操纵舵面，这样模型飞机的航向和姿态如何改变都不会因判断错误造成打错舵。这可事先用实体小模型飞机在地面反复练习。

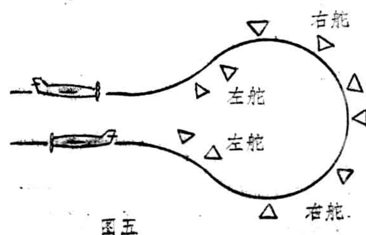
操纵模型飞机时应根据模型飞机飞行姿态适当的使用不同的脉冲与间隔。操纵时应尽量减少操纵次数，这一点对于气动式模型飞机尤其重要。这样可以节约用气。

操纵舵面对模型飞机新的平衡姿态的出现，需要有一个变化过程，其原因是模型飞机具有较大的惯性，这一现象在操纵微调机构时比较明显。操纵者应了解和掌握，以免由于错觉造成操纵上的失误。

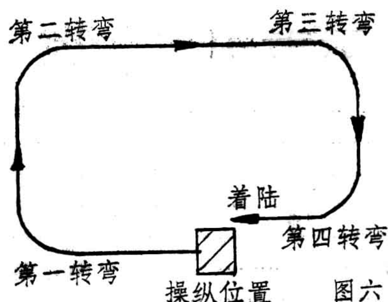
起　飞

模型飞机的起飞，一般采用助跑手上投掷或地面滑跑两种方式。发动机起动后，应对方向和升降舵面进行细致的检查，用不同的脉冲和间隔对各个舵面进行实验，观察舵面反应速度和有无卡住现象。如发现有异常现象应立即停止飞行，查找原因。待一切正常后，根据风力大小，把微调调至适当位置，将模型飞机机头对准逆风方向，即可起飞。

模型飞机离开地面后，操纵者应精力集中，注意修正方向，同时



图五



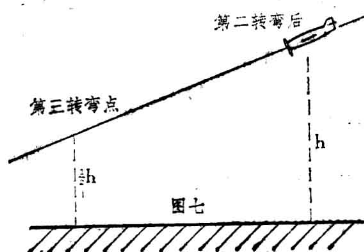
图六

保持模型飞机直线爬升，角度不宜过大，一般为10度左右。如发现模型飞机起飞后大角度爬升，此时应立即用短脉冲操纵推杆压平，接着可用短脉冲操纵微调向下一——二次。模型飞机大角度爬升易造成失速，使模型飞机坠落。如模型飞机离地后下沉，这时可采用短脉冲小间隔拉杆，使模型飞机保持最佳的爬升角。见图四。

模型飞机爬高后，开始飞行距离不宜过远，一般在一百——二百公尺。以便发动机突然自行停车后，能保证良好的姿态滑翔回来。模型飞机达到一定的高度后，可操纵微调发一——二个短脉冲信号，使模型飞机进入平飞。平飞时模型飞机的姿态是机头略向下，飞行距离开始时不宜飞得很远，应不断地由近至远飞行。飞行时应尽量在上风端飞行，以便发动机停车后能争取主动使模型飞机滑翔回来。

转　　弯

模型飞机转弯时的操纵：（以右转弯为例）见图五。模型飞机进入右转时，可先用短脉冲发一——二个左舵，使模型飞机偏左，接着采

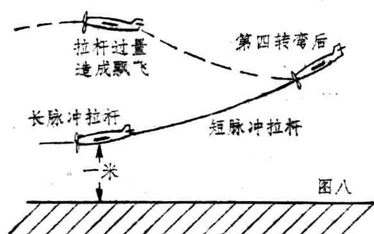


图七

用中脉冲短间隔操纵右舵，使模型飞机右转（如要求转弯半径小，可用长脉冲操纵）。模型飞机进入转弯后，因这时模型飞机带有坡度，高度将下降，此时应注意操纵拉杆，使模型飞机保持高度。等模型飞机完全转过弯来后，立即发一——二个反舵，压平坡度。

着　　陆

模型飞机的着陆是整个操纵技术中的难点，应反复练习。模型飞机一般采用飞四条边和飞两条边的方法滑翔着陆。现以飞四条边航线的方法为例说明：见图六。模型飞机着陆时应在上风端高度一百米左右停车，接着操纵微调，使模型飞机保持良好的滑翔姿态，进入第一转弯和第二转弯。当模型飞机第

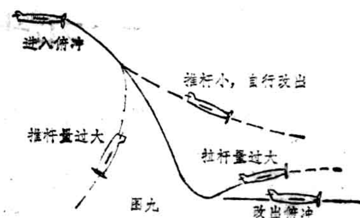


图八

二转弯后，根据滑翔姿态、高度、风力等判断第三转弯的空域。简单的判断方法见图七。当模型飞机进入第二转弯后，迅速判断高度，待模型飞机高度下降至第二转弯时高度的一半即可进入第三转弯。风大时可略提前进入第三转弯。风小时可推迟进入第三转弯的时间。进入第三转弯后接着就可进入第四转弯。这时使模型飞机对准逆风方向，短脉冲操纵拉杆，使模型飞机微微抬头。离地一公尺左右时可长脉冲操纵拉杆，使模型飞机安全接地。拉杆时应防止拉杆过量造成飘飞。见图八。

简单特技动作

模型飞机还可作俯冲、翻斤斗



图九

等多种特技动作。这里主要介绍模型飞机俯冲和翻斤斗时的操纵方法。

模型飞机的俯冲应选顺风或逆风的航线进行，不宜选侧风进行俯冲。模型飞机进入俯冲时，先将模型飞机姿态调整平衡，而后用微调发一——二个短脉冲推杆，接着使用长脉冲短间隔操纵推杆，使模型飞机进入俯冲。在俯冲时应不断交替使用短脉冲来修正方向。改出俯冲时，将长脉冲推杆改为短脉冲推杆，模型飞机就能自行改出俯冲。如不能自行改出，可采用短脉冲拉杆使模型飞机改出，拉杆时应防止拉杆过量，造成波状飞行。见图九。

模型飞机翻正斤斗时的操纵方法，首先也是先将模型飞机保持平飞，而后短脉冲推杆使模型飞机带有下滑角度，这时模型飞机速度可增加，接着按住拉杆操纵开关，模型飞机进入正斤斗动作。等模型飞机完全翻过来后，迅速推杆压平、改出。图十所示。

无线电操纵模型飞机的操纵，需要反复实践，反复练习，一定能很快地掌握操纵技术。



图十

题图：李．加

一九七四年《航空知识》目录索引

一、批林批孔　反修防修

二、总　类

三、飞机与飞行原理

四、导弹与空间技术

五、飞行器动力装置

六、仪表、电器、导航、自动控制

本期封面

代偿服与保护头盔

本栏解说：唐禹民

你知道吗？飞行员在高空飞行时穿的是什么服装呢？本期封面的照片，就是在空军某部进行高空飞行训练前拍摄的。照片中登上座舱准备起飞的飞行员，身上穿的是代偿服，头上带的是保护头盔。

代偿服由代偿服衣体部分、拉力管部分、抗荷部分和代偿囊等组成。代偿服衣体部分是紧贴体表的上下身连接服，用卡普隆等材料制成。衣体腹部里面装有代偿腹囊和抗荷腹囊，衣服外面装有拉链、调节绳和拉力管。代偿服的衣体部分，是拉力管和抗荷管工作时对飞行员身体表面造成一定机械压力的压力面。拉力管部分是代偿服的受力构件。

当密封座舱增压系统发生故障或座舱盖由于某种原因破裂，以及在弹射时飞行员脱离座舱的情况下，也就是当座舱在一万二千米高度以上解除密封时，飞行员就处在低气压和缺氧的高空环境中。此时飞行员就会失去工作能力，甚至有生命危险；而穿上代偿服，加压供氧装备自动地向肺内加压供氧的同时，就向代偿服拉力管囊内充压，拉力管囊充压后，管囊膨胀鼓起，通过其管套并借助系带将代偿服衣体的衣面拉紧，压迫人体表面，而造成一定的机械压力。以这种机械压力对抗肺内加压供氧气体压力，就可以避免危险，保证供氧，对保证飞行安全，具有实际意义。

保护头盔由外壳部件、滤光镜部件组成。外壳部件是用玻璃钢一次成形制作的。保护头盔主要用来保护飞行员在空中作战、强行离机或强行着陆时，减轻头部碰破，保护眼部不受迎面气流冲击，减少眩光对视线的影响，并具有良好的隔热和防噪音性能。

这幅照片的拍摄用的是双镜头反光照相机，彩色反转片，感光度十九度，十一光圈，二百五十分之一秒。

七、电子技术与新技术应用

八、工艺与材料

九、高空设备

十、空军、海航与民航报道

十一、航模、滑翔、跳伞

十二、美术、摄影作品（除注明外均为摄影作品）

注：以上目录括号中前一数字表示月号，后一数字表示页码。如（3—26），表示三月号第二十六页。



航空陀螺地平仪
航空陀螺地平仪是测量和指示飞机姿态角即俯仰角和倾斜角
仪表。
飞行员经常了解飞机的姿态是十分重要的，特别是在夜
杂气象时，主要是通过观察地平仪来了解的，因此地平
上主要仪表之一。
③
④
⑤
②
⑥
⑦
①
10
20
40
50
60
70
90
30
40
50
60
器部分
指示器部分
①飞机平飞，小飞机与俯仰刻
度盘的地平线相重合，小飞机的起
落架朝下。
②飞机上仰，俯仰刻度盘（天
兰色的一半）便向下转动，刻度盘
上指示数字表示飞机的仰角。


2019
Hangkong Zhishi

［Ｇｅｎｅｒａｌ　Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ］
书名＝航空知识　１９７４．０１
作者＝中国航空学会编
页数＝４４６
ＳＳ号＝１２８５０４９８
出版日期＝１９７４．０１